



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA MANTENIMIENTO**

**“TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA  
DETERMINACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS  
CRÍTICOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA PLANTA  
PARSONS DE LA REFINERÍA LA LIBERTAD”**

**MÉNDEZ COELLO RAÚL EDUARDO  
ROSETO JARRÍN EDWIN ABELARDO**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2010**

**Espoch**

**Facultad de Mecánica**

---

## **CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**Nombre del Estudiante:** RAÚL EDUARDO MÉNDEZ COELLO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA PLANTA PARSONS DE LA REFINERÍA LA LIBERTAD”

**Fecha de Examinación:** Noviembre 25 de 2010.

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
<i>Ing. Eduardo Villota M.</i>			
<i>Ing. Manuel Morocho A.</i>			
<i>Ing. Jorge Freire M.</i>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
**f) Presidente del Tribunal**

**Espoch**

Facultad de Mecánica

---

## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

### **CONSEJO DIRECTIVO**

Noviembre, 25 de 2010

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**RAÚL EDUARDO MÉNDEZ COELLO**  
Nombre del Estudiante

Titulada: **“TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS  
CRÍTICOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA PLANTA PARSONS DE LA REFINERÍA LA LIBERTAD”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

f) Director de Tesis

---

f) Asesor de Tesis

**Espoch**

**Facultad de Mecánica**

---

## **CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS**

---

**Nombre del Estudiante:** EDWIN ABELARDO ROSERO JARRÍN

**TÍTULO DE LA TESIS:** “TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS CRÍTICOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA PLANTA PARSONS DE LA REFINERÍA LA LIBERTAD”

**Fecha de Examinación:** Noviembre 25 de 2010.

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

<b>COMITÉ DE EXAMINACIÓN</b>	<b>APRUEBA</b>	<b>NO APRUEBA</b>	<b>FIRMA</b>
<i>Ing. Eduardo Villota M.</i>			
<i>Ing. Manuel Morocho A.</i>			
<i>Ing. Jorge Freire M.</i>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
**f) Presidente del Tribunal**

**Espoch**

Facultad de Mecánica

---

## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

### **CONSEJO DIRECTIVO**

Noviembre, 25 de 2010

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**EDWIN ABELARDO RSERO JARRÍN**  
Nombre del Estudiante

Titulada: **“TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS EN LOS EQUIPOS  
CRÍTICOS DEL ÁREA DE PROCESOS DE LA PLANTA PARSONS DE LA REFINERÍA LA LIBERTAD”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:  
**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

f) Decano de la Facultad de Mecánica

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

f) Director de Tesis

---

f) Asesor de Tesis

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

f) Raúl Eduardo Méndez Coello

---

f) Edwin Abelardo Rosero Jarrín

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mantenimiento, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

A MIS PADRES Y FAMILIA, Como un testimonio de cariño y eterno agradecimiento por el apoyo moral y estímulos brindados con infinito amor y confianza y por infundir en mí, ese camino que inicio con toda la responsabilidad que representa el término de mi carrera profesional.

De igual manera mi más sincero agradecimiento a mi Director y Asesor de Tesis a quienes debo el realizar la Ingeniería en una Universidad tan prestigiosa.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Con admiración y respeto

Raúl Eduardo Méndez Coello

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sinceros agradecimientos a DIOS quien me ha dado la vida, salud, fortaleza, sabiduría y protección para poder seguir en esta vida cumpliendo mis metas.

A mí querida madre y hermanos por el apoyo que me han brindado en momentos cuando más necesitaba en mi vida universitaria, pues agradecerles en una manera muy especial.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad Mecánica Escuela Ingeniería de Mantenimiento por seguir el camino de la excelencia en la educación universitaria.

A todos los profesores, en especial al Ing. Manuel Morocho y al Ing. Jorge Freire que con tanta paciencia y buena voluntad supieron guiar en la elaboración del presente trabajo.

A EP- PETROECUADOR Refinería La Libertad, al Departamento de Apoyo Técnico, en especial al Ing. Pablo Pazmiño y al Ing. Edwards Molina por el apoyo que nos brindaron para la elaboración de la Tesis de Grado en la empresa.

A todos mis amigos por los gratos, buenos y difíciles momentos compartidos.

**Edwin Rosero Jarrín**



## **DEDICATORIA**

La presente tesis dedico a dios porque me dió la oportunidad de vivir y darme una familia maravillosa.

Con mucho cariño principalmente a mis padres Raúl y Flor que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y creer en mí.

A mis hermanos Lucía y Beto gracias por estar conmigo y apoyarme siempre.

Raúl Eduardo Méndez Coello

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis de Grado va dedicada a la persona después de DIOS es la más valiosa mi querida madre Martha Jarrín por haber entregado todo su esfuerzo, sacrificio y la confianza que deposito en mí para poder llegar hacer un profesional en la vida. Sin antes haberle defraudado y culminado con éxito la carrera universitaria.

**Edwin Rosero Jarrín**

## TABLA DE CONTENIDOS

### CAPÍTULO

### PÁGINA

#### **CAPÍTULO I**

1.	GENERALIDADES.....	1
1.1.	Antecedentes.....	1
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	Objetivo General.....	3
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	3

#### **CAPÍTULO II**

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Criticidad de Equipos.....	4
2.1.1.	Definiciones.....	4
2.1.1.1.	Análisis de Criticidad.....	4
2.1.1.2.	Confiabilidad.....	4
2.1.1.3.	Confiabilidad Operacional.....	4
2.1.2.	Aplicación del Análisis de Criticidad.....	5
2.1.2.1.	Ámbito de Mantenimiento.....	5
2.1.2.2.	Ámbito de Inspección.....	5
2.1.2.3.	Ámbito de Materiales.....	5
2.1.2.4.	Ámbito de Disponibilidad de Planta.....	6
2.1.2.5.	A Nivel del Personal.....	6
2.1.3.	Equipos Naturales de Trabajo.....	6
2.1.4.	Parámetros para Realizar el Análisis de Criticidad.....	7
2.1.4.1.	Alcance y Propósito para el Análisis.....	7
2.1.4.2.	Establecer Criterios de Importancia.....	7

2.1.4.3.	Método de Evaluación.....	8
2.1.4.4.	Modelo de Factores Ponderados Basados en la Teoría del Riesgo.....	8
2.1.4.5.	Matriz de Criticidad.....	10
2.2.	Análisis Vibracional.....	10
2.2.1.	¿Qué es vibración? .....	10
2.2.2.	Movimiento Armónico Simple.....	11
2.2.3.	Conceptos y Definiciones.....	12
2.2.4.	Ecuaciones de Movimiento.....	13
2.2.5.	Unidades de Medida.....	15
2.3.	Rangos Vibracionales.....	16
2.3.1.	Estimación de la Gravedad de la Vibración.....	16
2.3.2.	Niveles de Vibración Absolutos.....	16
2.3.2.1.	Norma ISO 2372.....	16
2.3.2.2.	MIL-STD-167-1 y MIL-STD-167-2.....	17
2.4.	Fases de Vibración.....	19
2.4.1.	Definición de Fase.....	19
2.4.2.	Toma de Medidas de Fase.....	22

### **CAPÍTULO III**

3.	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS.....	24
3.1.	Equipos Existentes.....	24
3.2.	Estado Actual de los Equipos.....	40
3.2.1.	Determinación del Estado Técnico de los Equipos.....	40
3.2.1.1.	Estado Técnico del Equipo PP8A de la Planta PARSONS.....	41
3.2.1.2.	Estado Técnico del Equipo PP8B de la Planta PARSONS.....	42
3.2.1.3.	Estado Técnico del Equipo PP7 de la Planta PARSONS.....	43
3.2.1.4.	Estado Técnico del Equipo PP4A de la Planta PARSONS.....	44
3.2.1.5.	Estado Técnico del Equipo PP4B de la Planta PARSONS.....	45
3.2.1.6.	Estado Técnico del Equipo PP5A de la Planta PARSONS.....	46
3.2.1.7.	Estado Técnico del Equipo PP5B de la Planta PARSONS.....	47
3.2.1.8.	Estado Técnico del Equipo PP3 de la Planta PARSONS.....	48

3.2.1.9.	Estado Técnico del Equipo PP2A de la Planta PARSONS.....	49
3.2.1.10.	Estado Técnico del Equipo PP2B de la Planta PARSONS.....	50
3.2.1.11.	Estado Técnico del Equipo PP6A de la Planta PARSONS.....	51
3.2.1.12.	Estado Técnico del Equipo PP6B de la Planta PARSONS.....	52
3.2.1.13.	Estado Técnico del Equipo PP1A de la Planta PARSONS.....	53
3.2.1.14.	Estado Técnico del Equipo PP1B de la Planta PARSONS.....	54
3.2.1.15.	Estado Técnico del Equipo PP1C de la Planta PARSONS.....	55
3.3.	Mantenimiento Empleado en los Equipos.....	56
3.4.	Documentación Existente.....	56

#### **CAPÍTULO IV**

4.	EQUIPOS DE DIAGNOSTICO VIBRACIONAL.....	57
4.1.	Sensores de Medición a Utilizarse.....	57
4.2.	Montaje del Sensor.....	57
4.3.	Colector de Datos.....	59
4.3.1	Total Movilidad en la Planta.....	59
4.4.	Software ExpertALERT 3.10.....	61
4.4.1.	Configuración del software ExpertALERT.....	62
4.4.2.	Creación de Rutas de Medición.....	65

#### **CAPÍTULO V**

5.	TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS.....	67
5.1.	Determinación de Equipos Críticos.....	67
5.2.	Determinación de los Puntos de Medición.....	73
5.3	Creación de Fichas Técnicas para el Análisis de Vibraciones.....	76
5.4.	Recopilación de la Base de Datos Tomados por el Equipo DCX-RT y Software ExpertALERT 3.10.....	85
5.4.1.	Tendencias Vibracional del Equipo PP3.....	85
5.4.1.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP3.....	85
5.4.1.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP3.....	86
5.4.1.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP3.....	87

5.4.1.4.	Tendencias punto 4 del equipo PP3.....	88
5.4.2.	Tendencias Vibracional del Equipo PP4B.....	89
5.4.2.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP4B.....	89
5.4.2.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP4B.....	90
5.4.2.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP4B.....	91
5.4.2.4.	Tendencias punto 4 del equipo PP4B.....	92
5.4.3.	Tendencias Vibracional del Equipo PP8B.....	93
5.4.3.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP8B.....	93
5.4.3.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP8B.....	94
5.4.3.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP8B.....	95
5.4.4.	Tendencias Vibracional del Equipo PP1A.....	96
5.4.4.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP1A.....	96
5.4.4.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP1A.....	97
5.4.4.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP1A.....	98
5.4.4.4.	Tendencias punto 4 del equipo PP1A.....	99
5.4.5.	Tendencias Vibracional del Equipo PP4A.....	100
5.4.5.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP4A.....	100
5.4.5.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP4A.....	101
5.4.5.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP4A.....	102
5.4.6.	Tendencias Vibracional del Equipo PP1B.....	103
5.4.6.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP1B.....	103
5.4.6.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP1B.....	104
5.4.6.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP1B.....	105
5.4.6.4.	Tendencias punto 4 del equipo PP1B.....	106
5.4.7.	Tendencias Vibracional del Equipo PP5A.....	107
5.4.7.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP5A.....	107
5.4.7.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP5A.....	108
5.4.7.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP5A.....	109
5.4.8.	Tendencias Vibracional del Equipo PP2A.....	110
5.4.8.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP2A.....	110
5.4.8.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP2A.....	111

5.4.8.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP2A.....	112
5.4.8.4.	Tendencias punto 4 del equipo PP2A.....	113
5.4.9.	Tendencias Vibracional del Equipo PP2B.....	114
5.4.9.1.	Tendencias punto 1 del equipo PP2B.....	114
5.4.9.2.	Tendencias punto 2 del equipo PP2B.....	115
5.4.9.3.	Tendencias punto 3 del equipo PP2B.....	116
5.5.	Análisis de los Resultados Obtenidos en los Diagnósticos Vibracionales.....	117
5.5.1.	Espectros obtenidos en PP3.....	117
5.5.1.1.	Reporte de Vibraciones Equipo PP3.....	118
5.5.2.	Espectros obtenidos en PP4B.....	121
5.5.2.1.	Reporte de Vibraciones Equipo PP4B.....	123
5.5.3.	Espectros obtenidos en PP8B.....	126
5.5.3.1.	Reporte de Vibraciones Equipo PP8B.....	127
5.5.4.	Espectros obtenidos en PP1A.....	129
5.5.4.1.	Reporte de Vibraciones Equipo PP1A.....	131
5.5.5.	Espectros obtenidos en PP4A.....	133
5.5.5.1.	Reporte de Vibraciones Equipo PP4A.....	135
5.6.	Plan de Mantenimiento Predictivo.....	137
5.6.1.	Banco de Tareas, Frecuencias, Procedimientos, Equipos, Herramientas, Materiales, y Repuestos para el Plan de Mantenimiento Predictivo de Monitoreo de los Equipos del Área de Procesos de la Planta PARSONS.....	137

## **CAPÍTULO VI**

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
6.1.	Conclusiones.....	141
6.2.	Recomendaciones.....	142

## LISTA DE TABLAS

### **TABLA**

### **PÁGINA**

2.1.	Conformación Básica para el Análisis De Criticidad.....	6
2.2.	Frecuencia de Fallas.....	8
2.3.	Impacto Operacional.....	8
2.4.	Flexibilidad Operacional.....	9
2.5.	Costo de Mantenimiento.....	9
2.6.	Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene.....	9
2.7.	Norma ISO 2372.....	17
2.8.	MIL-STD-167-1 y MIL-STD-167-2.....	18
3.1.	Equipo PP8A.....	25
3.2.	Equipo PP8B.....	26
3.3.	Equipo PP7.....	27
3.4.	Equipo PP4A.....	28
3.5.	Equipo PP4B.....	29
3.6.	Equipo PP5A.....	30
3.7.	Equipo PP5B.....	31
3.8.	Equipo PP3.....	32
3.9.	Equipo PP2A.....	33
3.10.	Equipo PP2B.....	34
3.11.	Equipo PP6A.....	35
3.12.	Equipo PP6B.....	36
3.13.	Equipo PP1A.....	37
3.14.	Equipo PP1B.....	38
3.15.	Equipo PP1C.....	39
3.16.	Criterios Para Determinar el Estado Técnico.....	40
3.17.	Estado Técnico del Equipo PP8A.....	41



3.18.	Estado Técnico del Equipo PP8B.....	42
3.19.	Estado Técnico del Equipo PP7.....	43
3.20.	Estado Técnico del Equipo PP4A.....	44
3.21.	Estado Técnico del Equipo PP4B.....	45
3.22.	Estado Técnico del Equipo PP5A.....	46
3.23.	Estado Técnico del Equipo PP5B.....	47
3.24.	Estado Técnico del Equipo PP3.....	48
3.25.	Estado Técnico del Equipo PP2A.....	49
3.26.	Estado Técnico del Equipo PP2B.....	50
3.27.	Estado Técnico del Equipo PP6A.....	51
3.28.	Estado Técnico del Equipo PP6B.....	52
3.29.	Estado Técnico del Equipo PP1A.....	53
3.30.	Estado Técnico del Equipo PP1B.....	54
3.31.	Estado Técnico del Equipo PP1C.....	55
4.1.	Relación del Tipo de Montaje y Frecuencia Aceptables y Naturales.....	58
5.1.	Criticidad PP8A.....	67
5.2.	Criticidad PP8B.....	67
5.3.	Criticidad PP7.....	67
5.4.	Criticidad PP4A.....	68
5.5.	Criticidad PP4B.....	68
5.6.	Criticidad PP5A.....	68
5.7.	Criticidad PP5B.....	69
5.8.	Criticidad PP3.....	69
5.9.	Criticidad PP2A.....	69
5.10.	Criticidad PP2B.....	70
5.11.	Criticidad PP6A.....	70
5.12.	Criticidad PP6B.....	70
5.13.	Criticidad PP1A.....	71
5.14.	Criticidad PP1B.....	71
5.15.	Criticidad PP1C.....	71
5.16.	Jerarquización de los Equipos.....	72

5.17.	Ficha Técnica del Equipo PP2A.....	76
5.18.	Ficha Técnica del Equipo PP2B.....	77
5.19.	Ficha Técnica del Equipo PP1B.....	78
5.20.	Ficha Técnica del Equipo PP1A.....	79
5.21.	Ficha Técnica del Equipo PP8B.....	80
5.22.	Ficha Técnica del Equipo PP4A.....	81
5.23.	Ficha Técnica del Equipo PP4B.....	82
5.24.	Ficha Técnica del Equipo PP5A.....	83
5.25.	Ficha Técnica del Equipo PP3.....	84

## LISTA DE FIGURAS

<b><u>FIGURA</u></b>	<b><u>PÁGINA</u></b>
2.1. Distribución de una Área.....	7
2.2. Matriz de Criticidad.....	10
2.3. Movimiento Armónico Simple.....	11
2.4. Amplitud – Periodo.....	12
2.5. Desplazamiento – Velocidad – Aceleración.....	12
2.6. Especificación Técnica NAVESA S9073 – AX SPN 010/MVA.....	18
2.7. Matriz de Rangos Permisibles.....	19
2.8. Dos Masas en Movimiento con Fase 0°.....	20
2.9. Masas en Movimiento con Diferencias de Fase.....	21
2.10. La Fase Empleada en el Análisis de Vibración.....	21
2.11. Montaje del Equipo para Toma de Medidas de Fase.....	22
4.1. Acelerómetro Triaxial.....	57
4.2. Ejes de Medición.....	57
4.3. Montaje con Adhesivo para Sensores de Vibración.....	58
4.4. LOCTITE 325.....	58
4.5. LOCTITE 7380.....	58
4.6. Colector de Datos DCX™.....	59
4.7. ExpertALERT.....	61
4.8. Nueva Planta.....	63
4.9. Identificación de la Empresa.....	63
4.10. Identificación del Técnico.....	63
4.11. Nueva Área.....	64
4.12. Identificación del Área.....	64
4.13. Nuevo Equipo.....	64
4.14. Datos Generales.....	65
4.15. Información.....	65
4.16. Misc.....	65

4.17.	Drawing/photo.....	65
5.1.	Puntos de Medición PP8B.....	73
5.2.	Puntos de Medición PP4A.....	73
5.3.	Puntos de Medición PP4B.....	73
5.4.	Puntos de Medición PP5A.....	74
5.5.	Puntos de Medición PP3.....	74
5.6.	Puntos de Medición PP2A.....	74
5.7.	Puntos de Medición PP2B.....	75
5.8.	Puntos de Medición PP1A.....	75
5.9.	Puntos de Medición PP1B.....	75
5.10.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP3.....	85
5.11.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP3.....	86
5.12.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP3.....	87
5.13.	Tendencias Punto 4 del Equipo PP3.....	88
5.14.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP4B.....	89
5.15.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP4B.....	90
5.16.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP4B.....	91
5.17.	Tendencias Punto 4 del Equipo PP4B.....	92
5.18.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP8B.....	93
5.19.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP8B.....	94
5.20.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP8B.....	95
5.21.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP1A.....	96
5.22.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP1A.....	97
5.23.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP1A.....	98
5.24.	Tendencias Punto 4 del Equipo PP1A.....	99
5.25.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP4A.....	100
5.26.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP4A.....	101
5.27.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP4A.....	102
5.28.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP1B.....	103
5.29.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP1B.....	104
5.30.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP1B.....	105

5.31.	Tendencias Punto 4 del Equipo PP1B.....	106
5.32.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP5A.....	107
5.33.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP5A.....	108
5.34.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP5A.....	109
5.35.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP2A.....	110
5.36.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP2A.....	111
5.37.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP2A.....	112
5.38.	Tendencias Punto 4 del Equipo PP2A.....	113
5.39.	Tendencias Punto 1 del Equipo PP2B.....	114
5.40.	Tendencias Punto 2 del Equipo PP2B.....	115
5.41.	Tendencias Punto 3 del Equipo PP2B.....	116
5.42.	Posición 1 es: Motor, Bearing 1.....	117
5.43.	Posición 2 Es: Motor, Bearing 2.....	117
5.44.	Posición 3 Es: Pump, Bearing 3.....	118
5.45.	Posición 4 Es: Pump, Bearing 4.....	118
5.46.	Posición 1 Es: Motor, Bearing 1.....	121
5.47.	Posición 2 Es: Motor, Bearing 2.....	121
5.48.	Posición 3 Es: Pump, Bearing 3.....	122
5.49.	Posición 4 Es: Pump, Bearing 4.....	122
5.50.	Posición 1 Es: Motor, Bearing 1.....	126
5.51.	Posición 2 Es: Motor, Bearing 2.....	126
5.52.	Posición 3 Es: Pump, Bearing 3.....	127
5.53.	Posición 1 Es: Motor, Bearing 1.....	129
5.54.	Posición 2 Es: Motor, Bearing 2.....	130
5.55.	Posición 3 Es: Motor, Bearing 3.....	130
5.56.	Posición 4 Es: Motor, Bearing 4.....	131
5.57.	Posición 1 Es: Motor, Bearing 1.....	133
5.58.	Posición 2 Es: Motor, Bearing 2.....	134
5.59.	Posición 3 Es: Motor, Bearing 3.....	135
5.60.	Toma de Datos en Campo.....	138
5.61.	Validación de la Toma de Datos.....	138

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

<b>CPM</b>	Ciclos por Minuto
<b>CPS</b>	Ciclos por Segundo
<b>Hz</b>	Hertzios
<b>RMS</b>	Raíz Media Cuadrática
<b>FIRMA</b>	Espectro Tomado Cuando se Considera que la Maquina se Encuentra en Buenas Condiciones
<b>ISO 2372</b>	Norma De Análisis Vibracional Que Se Aplica En Maquinas Rotativas
<b>RPM</b>	Revoluciones Por Minuto.
<b>dB</b>	Desiveles
<b>HP</b>	Caballos de Fuerza
<b>PP8A</b>	Identidad del Equipo
<b>PP8B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP7</b>	Identidad del Equipo
<b>PP4A</b>	Identidad del Equipo
<b>PP4B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP5A</b>	Identidad del Equipo
<b>PP5B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP3</b>	Identidad del Equipo
<b>PP2A</b>	Identidad del Equipo

<b>PP2B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP6A</b>	Identidad del Equipo
<b>PP6B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP1A</b>	Identidad del Equipo
<b>PP1B</b>	Identidad del Equipo
<b>PP1C</b>	Identidad del Equipo
<b>GPM</b>	Galones Por Minuto
<b>MID</b>	Codificación del Equipo en el Software
<b>RAT</b>	Radial Axial Tangencial
<b>ATR</b>	Axial Tangencial Radial
<b>TRA</b>	Tangencial Radial Axial

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO 1:** Reglas para el Análisis de Espectros.

**ANEXO 2:** Normas de Severidad.



## **RESUMEN**

El propósito fundamental en este trabajo radica en las Tendencias Vibracionales para la Determinación de Fallas en los Equipos Críticos del Área de Procesos de la Planta PARSONS de la Refinería La Libertad, con la finalidad fomentar la idea de que la vibración mecánica y su análisis, si bien parece un tema bastante complicado, existen formas factibles para encontrar soluciones prácticas a los problemas de vibraciones excesivas en las maquinas.

El estudio parte de la evaluación de la situación actual de los equipos del área de procesos, determinación de los equipos críticos, puntos de medición y la creación de fichas técnicas para el análisis Vibracional.

El equipo DCX-RT y software ExpertALERT 3.10. se utiliza para el análisis Vibracional y la recolección de datos de las tendencias vibracionales de los equipos críticos. Se realiza un plan de mantenimiento predictivo y además se detalla los diferentes resultados de las mediciones obtenidas.

Con el estudio realizado, se detalla el avance de las fallas, cuáles fueron los factores que ocasionaron y que acciones se deberían tomar para su corrección, para finalmente determinar los equipos que presentan mayor riesgo de fallas. Siendo esta investigación una guía práctica para aquellas personas que busquen soluciones prácticas a problemas de vibración en máquinas similares a estas.

## SUMMARY

The fundamental purpose of this work is based on the Vibration Tendencies for the Fault Determination in Critical Equipment of the Process Area of the Plant PARSONS of the Refinery La Libertad to foster the idea that in the mechanical vibration and its analysis, although it seems to be a complicated topic, there are feasible forms to find practical solutions to the excessive machinery vibration problems.

The study starts from the evaluation of the actual equipment situation of the process area, determination of critical equipment, measurement points and the creation of technical cards for the Vibration analysis.

The DCX-RT equipment and the ExpertALERT 3.10 software is used for the Vibration analysis and the data collection of the vibration tendencies of the critical equipment. A predictive maintenance plan is carried out and different results of the obtained measurements are detailed.

With the study, the advance of faults, the factors causing them And the actions to be adopted to solve them, so as to determine the equipment presenting a higher fault risk. This investigation is a practical guide for those people looking for practical solutions to vibration problems in similar machinery.

## **CAPÍTULO I**

### **1. GENERALIDADES**

#### **1.1. Antecedentes**

La industrialización ha experimentado grandes cambios y avances científicos - tecnológicos, de manera especial en el área de Mantenimiento Predictivo para todo tipo de máquinas y equipos industriales.

El Mantenimiento Predictivo tiene como objetivo obtener resultados en su gestión utilizando una política adecuada para lograr la operación continua y segura de los equipos críticos de la empresa ya que los mismos son los más importantes en el proceso productivo.

En el mundo desarrollado se han implementado y perfeccionado Tecnologías Predictivas que proporcionan una serie de métodos de análisis, los mismos que permiten la evaluación de la condición mecánica de las máquinas sin necesidad de desmontajes previos y sin afectar su proceso normal de trabajo.

Algunas de las tecnologías predictivas existentes en nuestro medio son el análisis de vibraciones, análisis de aceite, ultrasonido, termografía, tintas penetrantes, etc., siendo el Análisis Vibracional la técnica más efectiva de todas, ya que las señales vibratorias que se generan llevan gran cantidad de información sobre el estado de los equipos, lo que junto al monitoreo de otros parámetros específicos de cada máquina, constituyen lo óptimo del Mantenimiento Predictivo en las máquinas rotodinámicas.

Mediante la introducción de esta técnica se han obtenido resultados positivos en las empresas ya que se logra disminuir considerablemente el tiempo improductivo de las máquinas y lo que es más importante se evita las pérdidas de producción.

## **1.2. Justificación**

En la actualidad los procesos industriales donde interviene la mano del hombre, han sido reemplazados por maquinaria y equipos de análisis sofisticados, sin embargo siempre será necesario la intervención del ser humano para complementar el trabajo minucioso de esta tecnología, razón por la cual se pone énfasis en el estudio y aplicación del análisis vibracional en los equipos críticos de la empresa.

Para evitar paradas prematuras tanto en los equipos como en la producción la Empresa “REFINERIA LA LIBERTAD.”, se ve en la necesidad de realizar un análisis vibracional en los equipos críticos del área de proceso de refinación para que de esta forma se pueda determinar con exactitud las diferentes causas fundamentales de los problemas que se presentan en los equipos y en función de ello tomar las medidas correctivas necesarias hasta alcanzar la mínima pérdida de producción por tiempo improductivo.

Con el presente trabajo se pretende orientar a la empresa en el uso de nuevos métodos de diagnóstico, de manera que el mismo sea una herramienta de trabajo que permita introducir gradualmente técnicas eficaces de mantenimiento en la corrección de sus diversos problemas.

También se desarrollará una guía técnica para la aplicación del análisis vibracional en los equipos críticos, lo cual permitirá evitar paradas imprevistas de las máquinas y pérdidas económicas no deseadas y perjudiciales para la empresa.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Obtener tendencias vibracionales para la determinación de fallas en los equipos críticos del área de procesos de la planta PARSONS de la Refinería La Libertad.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los equipos críticos.
- Diseñar fichas de Análisis Vibracional.
- Determinar los puntos de medición.
- Obtener tendencias vibracionales.
- Determinar las fallas en los equipos.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Criticidad de Equipos**

##### **2.1.1. Definiciones**

###### **2.1.1.1. Análisis de Criticidad**

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

###### **2.1.1.2. Confiabilidad**

Se define como la probabilidad de que un equipo o sistema opere sin falla por un determinado periodo de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

###### **2.1.1.3. Confiabilidad Operacional**

Es la capacidad de una instalación o sistema (integrados por procesos, tecnología y gente), para cumplir su función dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico.

## **2.1.2. Aplicación del Análisis de Criticidad**

### **2.1.2.1. Ámbito de Mantenimiento**

Al tener plenamente establecido cuales equipos son mas críticos se podría establecer de una manera más eficiente la prioritización de los programas y planes de mantenimiento de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños al nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de las ordenes de trabajo.

### **2.1.2.2. Ámbito de Inspección**

El estudio de criticidad facilita y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los intervalos y tipo de inspección requerida para sistemas de protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad, espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

### **2.1.2.3. Ámbito de Materiales**

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones más acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta, es decir, podemos sincerar el stock de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipos logrando un costo optimo de inventario.

#### **2.1.2.4. Ámbito de Disponibilidad de Planta**

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de inversión de capital y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.

#### **2.1.2.5. A Nivel del Personal**

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de habilidades en el personal, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentran las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

#### **2.1.3. Equipos Naturales de Trabajo**

**Tabla2.1: CONFORMACIÓN BÁSICA PARA EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD**

<b>CONFORMACION BASICA</b>	
<b>FACILITADOR</b>	Asesor Metodológico
<b>ING. PROCESOS</b>	Visión Global de Procesos
<b>ESPECIALISTAS</b>	Expertos en Áreas Específicas
<b>PROGRAMADOR</b>	Visión Sistémica de la Actividad
<b>MANTENEDOR</b>	Expertos en Reparación y Mantenimiento de Sistemas y Equipos
<b>OPERADOR</b>	Expertos en el Manejo y Operabilidad de Sistemas y Equipos

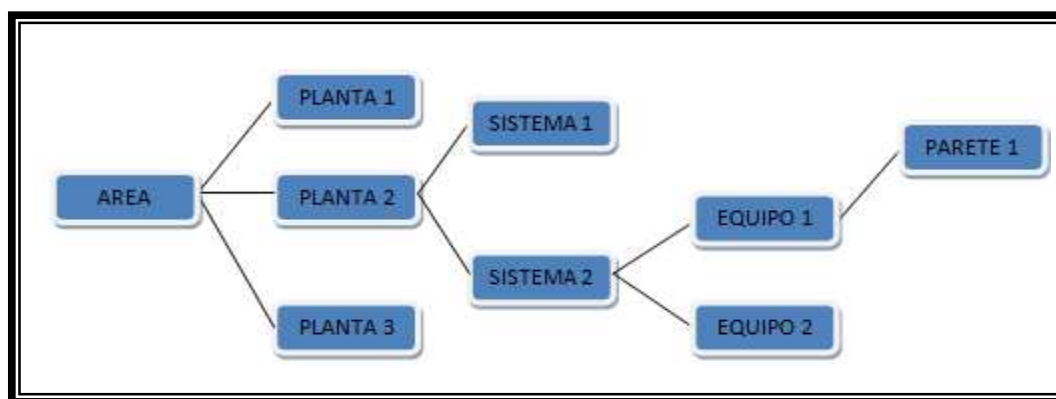


## 2.1.4. Parámetros para Realizar el Análisis de Criticidad

### 2.1.4.1. Alcance y Propósito para el Análisis

En este punto se define el nivel de detalle que se requiere para realizar el análisis de criticidad.

Este nivel se refiere específicamente al grado de división existente en la organización.



**Figura 2.1:** Distribución de una Área

### 2.1.4.2. Establecer Criterios de Importancia

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos (Operaciones y Mantenimiento)
- Frecuencia de fallas
- Tiempo promedio para reparar

### 2.1.4.3. Método de Evaluación

Modelo de factores ponderado basados en la teoría del riesgo

$$\text{CRITICIDAD} = \text{Frecuencia de Falla} * \text{Consecuencia}$$

$$\text{Consecuencia} = (\text{Impacto Operacional} * \text{Flexibilidad}) + \text{Costos Mtto.} + \text{Impacto SAH}$$

### 2.1.4.4. Modelo de Factores Ponderados Basados en la Teoría del Riesgo

**Tabla 2.2: FRECUENCIA DE FALLAS**

<b>Frecuencia de fallas:</b>	
Parámetro mayor a 4 fallas/año}	<b>4</b>
Promedio 2 – 4 fallas/año	<b>3</b>
Buena 1 – 2 fallas/año	<b>2</b>
Excelente menores de 1 falla/año	<b>1</b>

**Tabla 2.3: IMPACTO OPERACIONAL**

<b>Impacto Operacional:</b>	
Parada inmediata total	<b>10</b>
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos	<b>6</b>
Impacta en niveles de producción o calidad	<b>4</b>
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	<b>2</b>
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	<b>1</b>

**Tabla 2.4: FLEXIBILIDAD OPERACIONAL**

<b>Flexibilidad Operacional:</b>	
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	<b>4</b>
Hay opción de repuesto compartido	<b>2</b>
Función de repuesto disponible	<b>1</b>

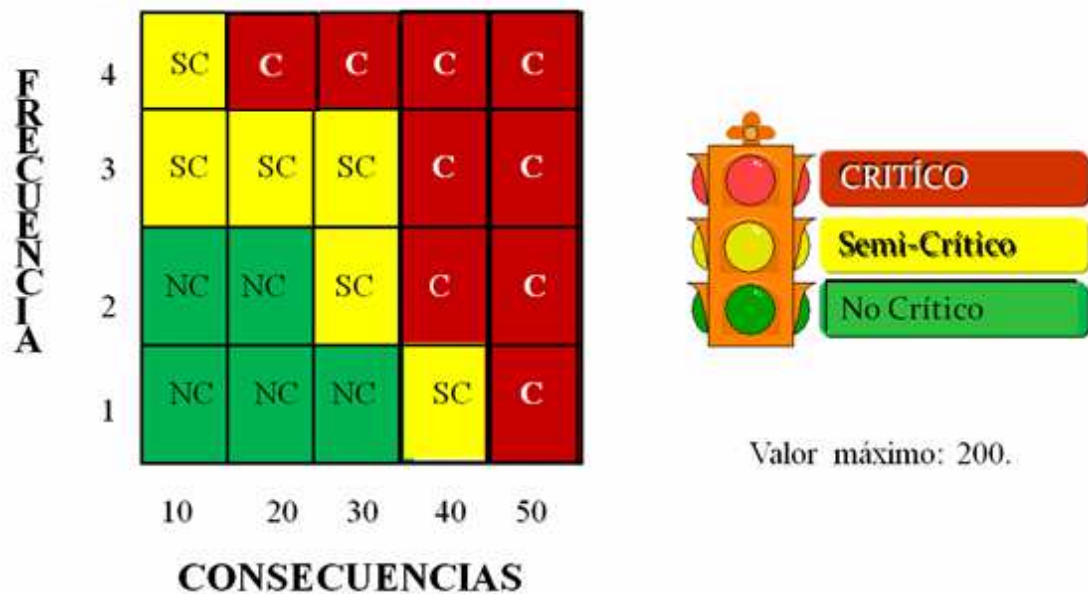
**Tabla 2.5: COSTO DE MANTENIMIENTO**

<b>Costo de Mantenimiento:</b>	
Mayor o igual a 20 000 USD	<b>2</b>
Inferior a 20 000 USD	<b>1</b>

**Tabla 2.6: IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE**

<b>Impacto en Seguridad Ambiente e Higiene:</b>	
Afecta a la seguridad humana tanto externa como interna	<b>8</b>
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	<b>6</b>
Afecta las instalaciones causando daños severos	<b>4</b>
Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio	<b>2</b>
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	<b>1</b>
No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones o al ambiente	<b>0</b>

#### 2.1.4.5. Matriz de Criticidad



**Figura 2.2:** Matriz de Criticidad

## 2.2. Análisis Vibracional [1]

### 2.2.4. ¿Qué es vibración?

En su forma más sencilla, una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto alrededor de una posición de equilibrio. La posición de equilibrio es a la que llegará cuando la fuerza que actúa sobre él sea cero. Este tipo de vibración se llama vibración de cuerpo entero, lo que quiere decir que todas las partes del cuerpo se mueven juntas en la misma dirección en cualquier momento.

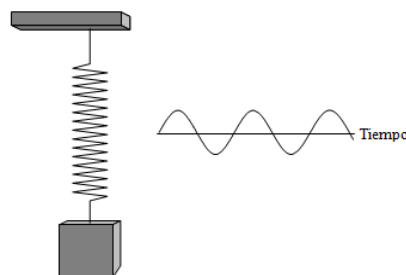
La vibración de un objeto es causada por una fuerza de **excitación**. Esta fuerza se puede aplicar externamente al objeto o puede tener su origen dentro del objeto. La proporción

(**frecuencia**) y la magnitud de la vibración de un objeto dado, están completamente determinados por la fuerza de **excitación**, su dirección y su frecuencia.

Esa es la razón porque un análisis de vibración puede determinar las fuerzas de excitación actuando en una maquina. Esas fuerzas dependen del estado de la maquina, y el conocimiento de sus características e interacciones permiten diagnosticar un problema de la maquina.

### 2.2.5. Movimiento Armónico Simple

El movimiento más sencillo que pueda existir es el movimiento en una dirección, de una masa controlada por un resorte único. Este sistema mecánico se llama sistema resorte-masa, con un grado único de libertad. Si se desplaza la masa, hasta una cierta distancia del punto de equilibrio, y después se suelta, el resorte la regresará al equilibrio. Para entonces, la masa tendrá algo de energía cinética y rebasará la posición de descanso y desviará el resorte en la dirección opuesta. Perderá velocidad hasta pararse en el otro extremo de su **desplazamiento** donde el resorte volverá a empezar el regreso hacia su punto de equilibrio. El mismo proceso se volverá a repetir con la energía transfiriéndose entre la masa y el resorte, desde energía cinética en la masa hasta energía potencial en el resorte, y regresando. La ilustración siguiente enseña una gráfica 2.3 de la masa contra el tiempo:



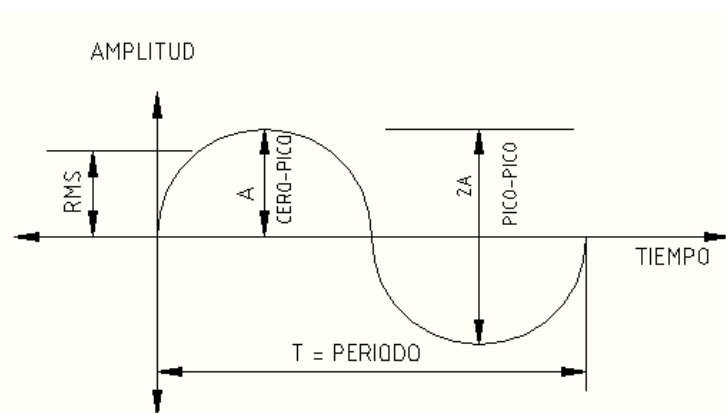
**Figura 2.3:** Movimiento Armónico Simple

Si no hubiera fricción en el sistema, la oscilación continuaría en la misma proporción y en la misma amplitud para siempre. Este movimiento armónico simple idealizado, casi nunca se encuentra en sistemas mecánicos reales. Cualquier sistema real tiene fricción y eso hace que la amplitud de la vibración disminuya gradualmente ya que la energía se convierte en calor.

### 2.2.6. Conceptos y Definiciones

La amplitud y el periodo de movimiento armónico simple, se describe en la grafica de la figura 2.4 y está definido por la función armónica:

$$d = A \sin \omega t \quad (2.1)$$



**Figura 2.4:** Amplitud – Periodo

Donde:

$A$  = Amplitud de onda de medio pico (um) suele definirse la amplitud pico a pico  $2A$

$\omega$  = Frecuencia circular o angular de oscilación (rad/s)

$t$  = Tiempo (s)

- **Periodo de Oscilación**

$$T = 2\pi/\omega \quad (2.2)$$

El periodo es el tiempo requerido para cumplir un ciclo, es decir cuánto se demora el cuerpo en volver a su posición original en las condiciones iniciales, esta expresada en minutos, segundos, etc.

- **Frecuencia de Oscilación**

$$f = \omega/2\pi \quad (2.3)$$

La frecuencia es el numero de ciclos en la unidad de tiempo, medido en ciclos por minuto (cpm), ciclos por segundo (cps o Hz).

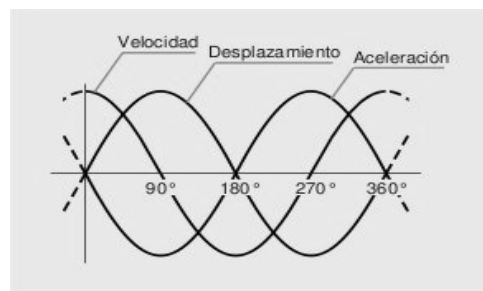
En la función armónica el valor promedio en un ciclo es cero, por eso se utiliza el valor eficaz o el valor rms de la onda.

Valor pico (media onda) que es igual a valor equivalente.

Valor rms = valor eficaz.

Valor rms = 0.707 (valor equivalente)

### 2.2.7. Ecuaciones de Movimiento



**Figura 2.5:** Desplazamiento – Velocidad – Aceleración.

- Si se anota la posición o el **desplazamiento** de un objeto que está sometido a un movimiento armónico simple contra el tiempo en una grafica, la curva resultante será una *onda seno* o *senoidal* que se describe en la siguiente ecuación:

$$d = A \text{ Sen } (w t) \quad (2.4)$$

Donde:

$d$  = desplazamiento instantáneo

$A$  = desplazamiento máximo o pico

$t$  = tiempo

$w$  = frecuencia angular

- **La velocidad** de movimiento es igual a la proporción del cambio del desplazamiento o, en otras palabras, a que tan rápido cambia su posición. La razón de cambio de una cantidad respecto a otras se puede describir con la derivada siguiente:

$$v = \frac{dd}{dt} = WA \text{ Cos } (wt) \quad (2.5)$$

$$v = WA \text{ Cos } (wt) \quad (2.6)$$

Donde:

$v$  = velocidad instantánea

En la figura 2.5 se puede ver que la forma de la función de la velocidad también es senoidal, pero ya que está descrita por el coseno, esta desplazada en  $90^\circ$ .



**La aceleración** del movimiento que aquí se describe está definido como la proporción del cambio de la velocidad o, que tan rápida la velocidad está cambiando en cualquier momento.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2d}{dt^2} = -W^2A \text{ Sen}(wt) \quad (2.7)$$

$$a = -W^2A \text{ Sen}(wt) \quad (2.8)$$

#### 2.2.8. Unidades de Medida

**El desplazamiento** generalmente se mide en micrómetros (um), o milésimas de pulgada (milipulg).

**La velocidad** generalmente se mide en pulgadas por segundo (in/s), o milímetros por Segundo (mm/s).

**La aceleración** se mide generalmente en milímetros por segundo al cuadrado (mm/s<sup>2</sup>), o en “gravidades” (g = 9.81 m/s<sup>2</sup> ó 32.2 ft/s<sup>2</sup>).

De los tres parámetros es el más utilizado por las normas es la velocidad de vibración en mm/s o in/s expresada en valores rms, debido a que la velocidad lleva la información de la amplitud “A” y la frecuencia “W”, esto es una idea de la energía involucrada en la vibración.

### 2.3. **Rangos Vibracionales** [2]

#### 2.3.1 **Estimación de la Gravedad de la Vibración**

Una vez que un problema específico de máquina ha sido identificado por su firma de vibración, la pregunta siguiente debe ser: "El problema es lo suficientemente grave para requerir mantenimiento?" No hay un acuerdo general sobre cómo hacer esto y estudiaremos varias rutas que han comprobado ser exitosas en la práctica.

#### 2.3.2. **Niveles de Vibración Absolutos**

A través de los años, se hicieron varios intentos para establecer niveles de vibración absolutos, o normas de niveles para una operación aceptable en diferentes tipos de máquinas. Los primeros de esos intentos fueron mediciones generales del desplazamiento de vibración. Las mediciones de velocidad fueron agregadas después. Todavía más tarde fue introducido el concepto de nivel de vibración como función de la frecuencia.

Algunas de las normas que se usan generalmente se presentan a continuación.

##### 2.3.2.1. **Norma ISO 2372**

La norma ISO número 2372 proporciona guías para aceptación de la amplitud de vibración, para maquinaria rotativa operando desde 600 hasta 12 000 RPM. Especifica niveles de velocidad general de vibración en lugar de niveles espectrales, y puede ser muy engañosa.

ISO 2372 especifica los límites de la velocidad de vibración basándose en los caballos vapor de la máquina y cubre un rango de frecuencias desde 10 Hz hasta 1000 Hz. Debido al rango

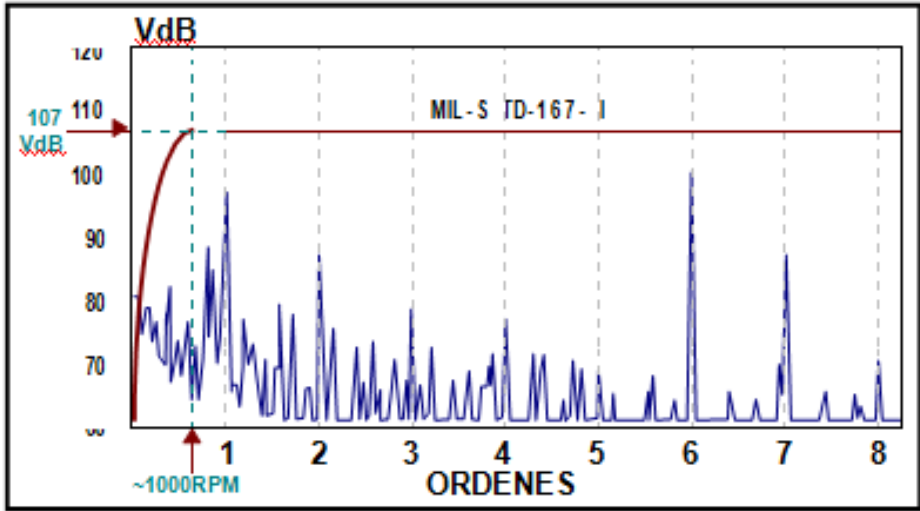
limitado de alta frecuencia, se puede fácilmente dejar pasar problemas de rodamientos con elementos rodantes.

**Tabla 2.7: NORMA ISO 2372**

Level, VdB	Menos que 20 HP	20 a 100 HP	Más que 100 HP
125	No Permissible	No Permissible	No Permissible
121	No Permissible	No Permissible	Tolerable
117	No Permissible	Tolerable	Tolerable
113	Tolerable	Tolerable	Permissible
109	Tolerable	Permissible	Permissible
105	Permissible	Permissible	Bueno
101	Permissible	Bueno	Bueno
97	Bueno	Bueno	Bueno

### **2.3.2.3. MIL-STD-167-1 y MIL-STD-167-2**

Estas normas que datan de 1974 son un intento de proporcionar un nivel de vibración límite, como función de la frecuencia para pruebas de aceptación de maquinaria rotativa. Mil STD-167-1 cubre la vibración excitada internamente en toda clase de maquinaria rotativa con la excepción de maquinaria recíproca, y MIL-STD-167-2 cubre la maquinaria recíproca, sistemas de propulsión y flechas. Se han usado por muchos años y se consideran como pasadas. Se basan en un espectro de desplazamiento (mils pico) que es equivalente a una velocidad constante de 0-13 pulgadas por segundo (107 VdB) arriba de 1200 RPM. Esas normas siguen siendo usadas como una referencia aproximada para niveles aceptables de vibración para máquinas sencillas, de tamaño medio, como motores de bombas eléctricas, pero no se deben usar como una norma absoluta.



**Figura 2.6:** Especificación Técnica NAVSEA S 9073 - AX SPN 010/MVA

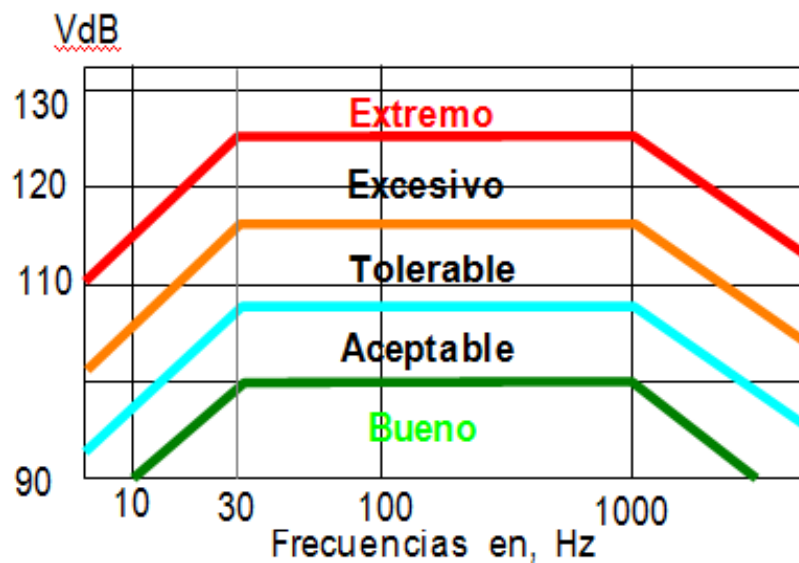
**Normas Comerciales (Tabla Azima DLI de Gravedad de Vibración en Maquinaria)**

La tabla que enseñamos aquí se puede aplicar a un gran número de máquinas rotativas con una confianza razonable. Es una destilación de datos de un rango importante de maquinaria industrial, y se considera que está más al día y más útil que las normas mencionadas arriba.

**Tabla 2.8:** MIL-STD-167-1 y MIL-STD-167-2

Nivel de Vibración	< 30 Hz	30 Hz – 1000 Hz	> 1000 Hz
Extremo	10 mils p-p	125 VdB rms	11.2 G rms
Excesivo	4.2 mils p-p	117 VdB rms	4.46 G rms
Tolerable	1.5 mils p-p	108 VdB rms	1.58 G rms
Aceptable	0.6 mils p-p	100 VdB rms	0.630G rms

La misma información se encuentra en forma gráfica abajo.



**Figura 2.7:** Matriz de Rangos Permisibles

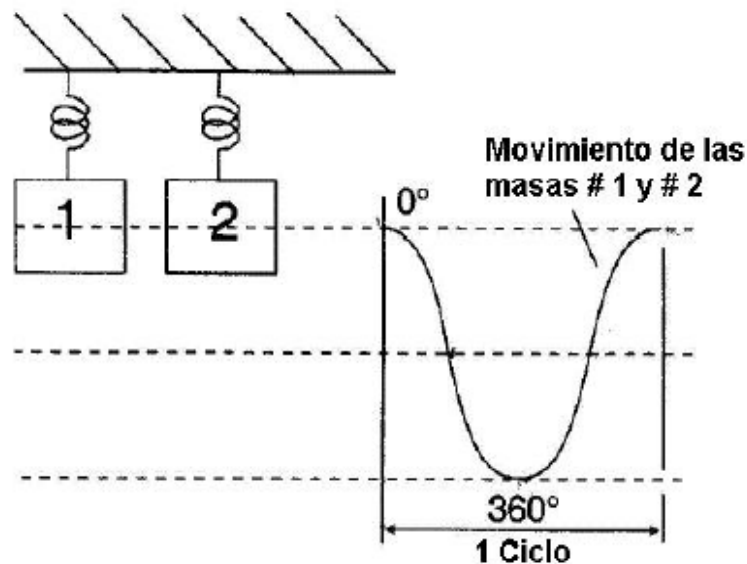
## 2.4. Fases de Vibración [3]

El análisis de fase de la vibración es una poderosa herramienta que puede ser empleada por el analista de vibraciones para ayudar a determinar y diagnosticar las fuentes de los problemas dominantes en una máquina, en especial aquellos problemas que generan vibración con una frecuencia igual a la velocidad de operación de la máquina.

### 2.4.1. Definición de Fase

La fase es el cambio relativo de una parte vibrante respecto a un punto de referencia fijo o respecto a otra parte vibrante, siendo este cambio medido en unidades angulares. Es decir, la fase es una medida del movimiento de la vibración respecto a una posición relativa, o la distribución de la vibración con relación a una parte estacionaria o móvil de la máquina.

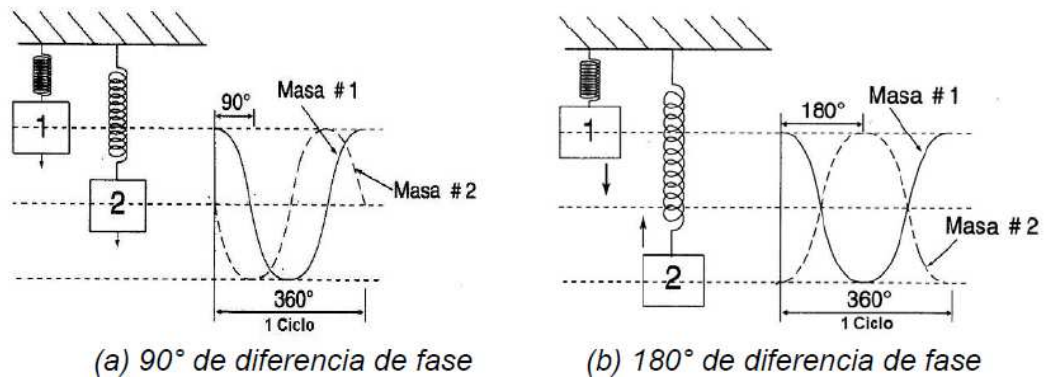
La fase es una herramienta muy útil, usada frecuentemente como parte de los análisis de vibraciones en máquinas. Para comprender de mejor manera el concepto de fase, se empleará nuevamente los sistemas masa resorte que se muestran en las figuras 2.8 y 2.9. En la figura 2.8. se puede observar dos sistemas en fase uno con respecto al otro, esto implica un cambio de ángulo de  $0^\circ$  (diferencia de fase) entre los dos sistemas, resultando esto en la misma forma de onda de vibración.



**Figura 2.8.** Dos Masas en Movimiento con Fase  $0^\circ$

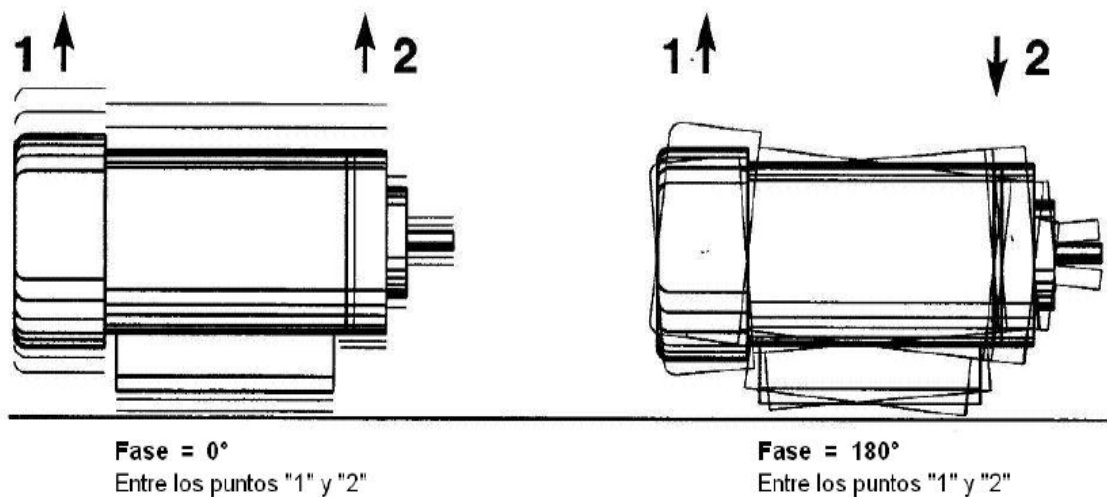
En la figura 2.9 se muestra: a) dos masas vibrando con  $90^\circ$  de diferencia de fase, es decir, la masa 2 está un cuarto de ciclo (o  $90^\circ$ ) por delante de la masa 1, esto significa que la masa 1 tiene  $90^\circ$  de retraso de fase con respecto a la masa 2, y b) las mismas dos masas vibrando con  $180^\circ$  de diferencia de fase.

Esto indica que en cualquier instante la masa 1 se mueve hacia abajo y al mismo tiempo, la masa 2 se mueve hacia arriba, y viceversa.



**Figura 2.9.** Masas en Movimiento con Diferencias de Fase

La vibración en una máquina hace que se generen movimientos pulsantes, en su mayoría causados por algún problema. Estos movimientos son soportados por los rodamientos y transmitidos como vibración a las carcasas de la máquina misma. Si se pudiera observar los movimientos que se generan en la carcasa de esa máquina, seguramente observaríamos lo que se muestra en la figura 2.10.



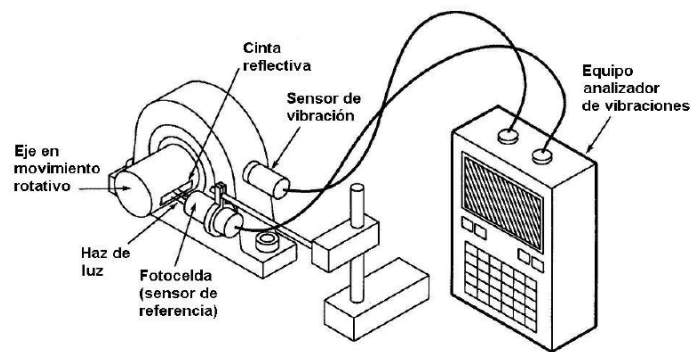
**Figura 2.10.** La Fase Empleada en el Análisis de Vibración.

En la figura 2.10 se ha aumentado la escala del movimiento que se produce en la máquina para poder observar cómo ocurre el movimiento de la máquina bajo la influencia de vibraciones.

En la parte izquierda, la vibración de los dos rodamientos se encuentra en fase (diferencia  $0^\circ$ ), y en la parte derecha muestra que la vibración en los rodamientos se encuentra fuera de fase (diferencia de fase  $180^\circ$ ).

#### 2.4.2. Toma de Medidas de Fase

Partiendo del concepto de que la fase es una medida del movimiento de la vibración respecto a una posición relativa, implica entonces que para tomar medidas de fase será necesario definir un punto estacionario que servirá de referencia para medir el movimiento relativo de un punto en rotación que se escogerá de la parte de la máquina que se encuentra en rotación y que define claramente el movimiento de la vibración.



**Figura 2.11.** Montaje del Equipo para Toma de Medidas de Fase

La figura 2.11 ilustra un montaje típico para tomar medidas de fase, compuesto por el equipo analizador de vibraciones, sensor de vibración y sensor de referencia con foto celda.

El sensor de referencia es el punto estacionario que sirve de base para definir el ángulo o fase de un punto escogido al azar y señalado mediante un trozo de cinta reflectiva colocado sobre



el eje en rotación, como se ve en la figura 2.11. De esa forma el punto indicado con el trozo de cinta describirá una circunferencia al rotar el eje y definirá un ángulo.

El sensor de referencia emite constantemente un haz de luz el cual será reflejado cada vez que la cinta pase frente al sensor de referencia (una vez por cada revolución del eje), y el haz de luz reflejado es detectado por la foto celda.

Al mantener la máquina una velocidad de rotación uniforme, el tiempo transcurrido entre cada reflexión del haz de luz es uniforme, mientras tanto, el sensor de vibración detecta el momento en el cual la amplitud de la vibración es máxima. El ángulo es determinado mediante el tiempo transcurrido entre la última reflexión del haz de luz y el momento en que la amplitud es máxima y comparado este tiempo con el tiempo que le toma al eje completar un ciclo o tiempo transcurrido entre reflexiones del haz de luz.

### **CAPÍTULO III**


## **3. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS**

### **3.1. Equipos Existentes**

Actualmente la empresa cuenta con 15 equipos de bombeo (motor – bomba) para realizar los procesos de transformación del crudo en los diferentes derivados como son:

<b>PP8A</b>	<b>GASOLINA</b>
<b>PP8B</b>	<b>GASOLINA</b>
<b>PP7</b>	<b>GASOLINA</b>
<b>PP4A</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
<b>PP4B</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
<b>PP5A</b>	<b>DESTILADO (DIESEL LIVIANO)</b>
<b>PP5B</b>	<b>SPRAY (PESADO)</b>
<b>PP3</b>	<b>DESTILADO (DIESEL LIVIANO)</b>
<b>PP2A</b>	<b>RESIDUO (CRUDO)</b>
<b>PP2B</b>	<b>RESIDUO (CRUDO)</b>
<b>PP6A</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
<b>PP6B</b>	<b>REFLUJO LATERAL (DIESEL LIVIANO)</b>
<b>PP1A</b>	<b>CRUDO</b>
<b>PP1B</b>	<b>CRUDO</b>
<b>PP1C</b>	<b>CRUDO</b>

Tabla 3.1: EQUIPO PP8A

PP8A		300208	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 324 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 7MAF21624-G1-YL
HP: 40	VOLTS: 400		Hz: 50      PHASE: 3
RPM: 2950	AMPS: 57.5		S.F: 1.15      CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL      TEFC: F
55BCO3X30X26			
55BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 3X4X10AC		SERIAL N <sup>o</sup> : 098575	
GPM: 465		HEAD FT: 283	
RPM: 2960		SP. GR.    0.71	
HYDRG    PSIG: 900		PUMP: 900    CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1508-01			
			

**Tabla 3.2: EQUIPO PP8B**


PP8B		300207	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 324 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 7MAF21624-G2-YL
HP: 40	VOLTS: 400	Hz: 50	PHASE: 3
RPM: 2950	AMPS: 57.5	S.F: 1.15	CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL TEFC: F
55BCO3X30X26			
55BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 3X4X10AC		SERIAL N <sup>o</sup> : 098576	
GPM: 465		HEAD FT: 283	
RPM: 2960		SP. GR. 0.71	
HYDRG PSIG: 900		PUMP: 900 CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 1O-1508-02			
			

Tabla 3.3: EQUIPO PP7

PP7			
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 284 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 3MAF21624-G1-YL
HP: 40	VOLTS: 400	Hz: 50	PHASE: 3
RPM: 2950	AMPS: 87.4	S.F: 1.15	CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL    TEFC: F
50BCO3X30X26			
50BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X12A		SERIAL N <sup>o</sup> : 098572	
RPM: 2950		HP = 60	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 BY G			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1504-01			
			



**Tabla 3.4: EQUIPO PP4A**

PP4A		300203	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 284 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 3MAF21624-G1-YL
HP: 40	VOLTS: 400		Hz: 50      PHASE: 3
RPM: 2950	AMPS: 57.5		S.F: 1.15      CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL      TEFC: F
50BCO3X30X26			
50BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X12A		SERIAL N <sup>o</sup> : 098568	
GPM: 95		HEAD FT: 357	
RPM: 2960		SP. GR.    0.66	
HYDRG    PSIG: 900		PUMP: 900    CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 BY G			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1504-01			
			

Tabla 3.5: EQUIPO PP4B


PP4B		300202	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 284 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 3MAF21624-G2-YL
HP: 40	VOLTS: 400		Hz: 50      PHASE: 3
RPM: 2910	AMPS: 37.9		S.F: 1.15      CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL      TEFC: F
50BCO3X30X26			
50BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X12A		SERIAL N <sup>o</sup> : 098569	
GPM: 95		HEAD FT: 357	
RPM: 2960		SP. GR.    0.66	
HYDRG    PSIG: 900		PUMP: 900    CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 BY G			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1504-02			
			

Tabla 3.6: EQUIPO PP5A


PP5A		300201	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 286 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N° 4MAF21624-G1-YL
HP: 30	VOLTS: 400	Hz: 50	PHASE: 3
RPM: 2930	AMPS: 42.7	S.F: 1.15	CODE: H
AMB: 40° C	DUTY	CONT	ENCL TEFC: F
50BCO3X30X26			
50BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X12A		SERIAL N°: 098571	
GPM: 201		HEAD FT: 348	
RPM: 2960		SP. GR. 0.69	
HYDRG PSIG: 900		PUMP: 900 CASING	
BRG N°: SKF -6214 / 7313 BY G1			
PURCH ITEM N°: 10-1504-02			
			



Tabla 3.7: EQUIPO PP5B




PP5B		300200	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 286 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 4MAF21624-G2-YL
HP: 30	VOLTS: 400		Hz: 50      PHASE: 3
RPM: 2930	AMPS: 42.		S.F: 1.15      CODE: H
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL      TEFC: F
50BCO3X30X26 50BCO3X30X26 OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X12A		SERIAL N <sup>o</sup> : 098570	
GPM: 201		HEAD FT: 348	
RPM: 2960		SP. GR.    0.69	
HYDRG    PSIG: 900		PUMP: 900      CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 BY G1			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1504-01			
			

Tabla 3.8: EQUIPO PP3


PP3		300199	
MOTOR ELECTRICO			
RELIANCE		XT	
FRAME 284 TS	TYPE P	DESIGN B	IDENTIFICACION N <sup>o</sup> 2MAF21624-G1-YL
HP: 25	VOLTS: 400		Hz: 50      PHASE: 3
RPM: 2910	AMPS: 37.9		S.F: 1.15      CODE: G
AMB: 40 <sup>o</sup> C	DUTY	CONT	ENCL      TEFC: F
50BCO3X30X26			
50BCO3X30X26			
OPER TEM CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 2X4X10A		SERIAL N <sup>o</sup> : 098567	
GPM: 174		HEAD FT: 300	
RPM: 2940		SP. GR.    0.69	
HYDRG    PSIG: 900		PUMP: 900    CASING	
BRG N <sup>o</sup> : SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N <sup>o</sup> : 10-1503			
			

**Tabla 3.9: EQUIPO PP2A**


PP2A		300197	
MOTOR ELECTRICO			
MODE: 5K444CS143P		No: NH6O23016	
HP: 125	SERVICE FACTOR: 1.15		RPM: 2975
TIME MATING: CONT VOLTS: 400 PHASES: 3 AMPS: 156 MAX KVAR: 16.8 DEG. C. MAX AMB: 40		NEMA DESSING: FFC IN CLASS: F FRAME: 444TS TYPE: K CODE: H	
ALTERNATIVE RATING: 60 SERVICE FACTOR: 1.0 NEMA NOM EFF: 92.4			
DRIVE END BRG: AFBMA 6914Z			
DRIVE END BRG: AFBMA 6914Z			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 4X6X12AC		SERIAL N°: 098574	
RPM: 2975		HP: 125	
BRG N°: SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N°: 10 – 1506 – 02			
			




**Tabla 3.10: EQUIPO PP2B**

PP2B		300204	
MOTOR ELECTRICO			
FRAME: 444TS	TYPE: P	DESING: B	CODE: F
IDENTIFICATION No: 1MAF21624 – CT – YL			
HP : 125		AMP : 162	
VOLT :400		SF : 1.15	
HZ : 50		TEMP: 40 °C	
PHASES : 3		DUTY: CONT	
RPM : 2965		ENLL : TEFC	
65BC03X30X26			
65BC03X30X26			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 4X6X12AC		SERIAL N°: 098576	
RPM: 2975		HP: 125	
BRG N°: SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N°: 10 – 1506 – 02			
			

**Tabla 3.11: EQUIPO PP6A**


PP6A			
MOTOR ELECTRICO			
FRAME: 405TS	TYPE: P	DESING: B	CODE: O
IDENTIFICATION No: 5MAF21624 – 61 – YL			
HP : 100		AMP : 126	
VOLT :400		SF : 1.15	
HZ : 50		TEMP: 40 °C	
PHASES : 3		DUTY: CONT	
RPM : 2955		ENLL : TEFC	
65BC03X30X26			
OPER TEMP CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 4X6X12AC		SERIAL N°: 098573	
RPM: 2955		HP: 100	
BRG N°: SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N°: 10 – 1506 – 01			
			

**Tabla 3.12: EQUIPO PP6B**


PP6B		300204	
MOTOR ELECTRICO			
FRAME: 405TS	TYPE: P	DESING: B	CODE: O
IDENTIFICATION No: 5MAF21624 – 61 – YL			
HP : 100		AMP : 126	
VOLT :400		SF : 1.15	
HZ : 50		TEMP: 40 °C	
PHASES : 3		DUTY: CONT	
RPM : 2955		ENLL : TEFC	
65BC03X30X26			
OPER TEMP CODE T3C			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
SIZE: 4X6X12AC		SERIAL N°: 098577	
RPM: 2955		HP: 100	
BRG N°: SKF -6214 / 7313 PY G1			
PURCH ITEM N°: 10 – 1506 – 02			
			



**Tabla 3.13: EQUIPO PP1A**

PP1A		300192	
MOTOR ELECTRICO			
No:255072/1	TYPE: BS131120	OUT PUT: 224kw	RPM: 2983
RATING: MCR	VOLT:3300	HZ: 50	PHASES: 3
AMPS: 45.2	PF: 0.92		
SPEC. No: B52613/1970		INSULT. CLASS: F	
STATOR CONN: STAR		TEMP. RISE: 100°C BY RES	
STARTING TORQUE: 100%			
STARTING CURRENT 600%			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
MODEL: 3640		HP: 300	
IB. BRG: 6342		O.B.BRG: 7312BEGAM	
S/N: E25OC932		SIZE: 6X8-13	
HEAD <sup>-FT</sup> : 906.4		RPM: 2983	
HIDRO – PRESS: 1200		TEMP <sup>o</sup> F: 75	
Max.Working Press lb/in <sup>2</sup> = 740			
			


**Tabla 3.14: EQUIPO PP1B**

<b>PP1B</b>		<b>300193</b>	
<b>MOTOR ELECTRICO</b>			
No:255072/2	TYPE: BS131120	OUT PUT: 224kw	RPM: 2983
RATING: MCR	VOLT:3300	HZ: 50	PHASES: 3
AMPS: 45.2	PF: 0.92		
SPEC. No: B52613/1970		INSULT. CLASS: F	
STATOR CONN: STAR		TEMP. RISE: 100°C BY RES	
STARTING TORQUE: 100%			
STARTING CURRENT 600%			
<b>BOMBA</b>			
INGERSOLL – RAND			
MODEL: 3640		HP: 300	
IB. BRG: 6342		O.B.BRG: 7312BEGAM	
S/N: E25OC932		SIZE: 6X8-13	
<b>HEAD<sup>-FT</sup>: 906.4</b>		<b>RPM: 2984</b>	
<b>HIDRO – PRESS: 1200</b>		<b>TEMP°F: 75</b>	
Max.Working Press lb/in <sup>2</sup> = 740			
			



**Tabla 3.15: EQUIPO PP1C**

PP1C		307491	
MOTOR ELECTRICO			
SHAFT END BRG: 6316 – JC3		OPP. END BRG: 6316 – JC3	
FR:580955	TYPE: ET	ENCLE: TE	PH: 3.9
Max. Amb. 40º C			
ID #: H03002816 – 100R – 31			
INSULT CLASS: F	DUTY: CONT		
WT: 5200	NEMA NOM EFFICIENCY: 93.6		
AMPS: 47	RPM: 2975		
SF: 1.15	SF AMPS: 54	HZ:50	PF: 89.4 VOLT: 3300
GUARANTED EFFICIENCY: 92.4			
BOMBA			
INGERSOLL – RAND			
MODEL: 3640		HP: 300	
IB. BRG: 6342		O.B.BRG: 7312BEGAM	
S/N: E25OC932		SIZE: 6X8-13	
HEAD <sup>-FT</sup> : 906.4		RPM: 2983	
HIDRO – PRESS: 1200		TEMP °F: 75	
Max.Working Press lb/in <sup>2</sup> = 740			



### 3.2. Estado Actual de los Equipos

#### 3.2.1. Determinación del Estado Técnico de los Equipos

Esta revisión previa se efectuó en conjunto con los técnicos de mantenimiento encargados de la Refinería La Libertad y técnicos encargados de la Planta Parsons. Estará dirigida a detectar el grado de desgaste de las diferentes partes y mecanismos de cada uno de los equipos, lo que permitirá su estado técnico.

Para poder determinar si el equipo se encuentra en condiciones buenas, regulares, malas o muy malas; nos basamos en los criterios de la tabla 3.16, los mismos que calculamos a partir de una valoración y mediante el siguiente procedimiento.

- Se multiplica la cantidad de aspectos evaluados como buenos, por 1; los evaluados como regulares, por 0,80; los evaluados como malos, por 0,60; y los evaluados como muy malos, por 0.40.
- Se suman todos estos productos y el resultado se divide entre la cantidad de aspectos evaluados.
- El resultado anterior se multiplica por 100, y se obtiene el índice que permite evaluar, según los criterios, el estado técnico del equipo en su conjunto.


**Tabla 3.16 CRITERIOS PARA DETERMINAR EL ESTADO TECNICO**

<b>BUENO</b>	<b>(90 – 100) %</b>
<b>REGULAR</b>	<b>(75 – 89) %</b>
<b>MALO</b>	<b>(50 – 74) %</b>
<b>MUY MALO</b>	<b>Menos del 50 %</b>

Para tener una mayor apreciación de los equipos valorados se procedió a tomar una fotografía tratando de reflejar en esta, como estaba el estado técnico de cada uno de los equipos.


### 3.2.1.1. Estado Técnico del Equipo PP8A de la Planta PARSONS

**Tabla 3.17: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP8A**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> INGERSOLL-RAND <b>BOMBA:</b> RELIANCE XT		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP8A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 8A: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300208		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u> _____  Código: Significado:		<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u> _____  Código: Significado:	
<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:			
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2950 HP = 40 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 40 GPM = 465	
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ <u>X</u> _____ _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____	<b>Bueno</b>  <u>X</u> _____ _____ <u>X</u> _____ _____ _____ <u>X</u> _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			


### 3.2.1.2. Estado Técnico del Equipo PP8B de la Planta PARSONS

**Tabla 3.18: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP8B**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> INGERSOLL – RAND <b>BOMBA:</b> RELIANCE XT		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP8B		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 8B: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300207		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2950 HP = 40 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 40 GPM = 465	
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			


### 3.2.1.3. Estado Técnico del Equipo PP7 de la Planta PARSONS

**Tabla 3.19: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP7**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP7		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 7: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b>		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa equipo:</b>  RPM = 2950 HP = 60 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión: BUENO</b>			


### 3.2.1.4. Estado Técnico del Equipo PP4A de la Planta PARSONS

**Tabla 3.20: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP4A**

		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP4A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 4A: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300203		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2950 HP = 40 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 40 GPM = 95	
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión: BUENO</b>			


### 3.2.1.5. Estado Técnico del Equipo PP4B de la Planta PARSONS

**Tabla 3.21: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP4B**

		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP4B		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 4B: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300202		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2910 HP = 40 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 40 GPM= 95	
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			

### 3.2.1.6. Estado Técnico del Equipo PP5A de la Planta PARSONS


**Tabla 3.22:** ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP5A

		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP5A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 5A: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300201		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2930 HP = 30 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 30 GPM= 201	
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión:</b> BUENO			



### 3.2.1.7. Estado Técnico del Equipo PP5B de la Planta PARSONS


**Tabla 3.23: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP5B**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP5B		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 5B: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300200		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2930 HP = 30 V = 400 HZ = 50		<b>Datos de placa bomba:</b>  RPM = 2960 HP = 30 GPM = 201	
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ _____ _____ _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			




### 3.2.1.9. Estado Técnico del Equipo PP2A de la Planta PARSONS

**Tabla 3.25: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP2A**

		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP2A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 2A: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300197		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa del equipo:</b>  RPM = 2975 HP = 125 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			


### 3.2.1.10. Estado Técnico del Equipo PP2B de la Planta PARSONS

Tabla 3.26: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP2B

		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP2B		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 2B: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 300204		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa del equipo:</b>  RPM = 2965 HP = 125 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión:</b> BUENO			


### 3.2.1.11. Estado Técnico del Equipo PP6A de la Planta PARSONS

**Tabla 3.27: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP6A**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP6A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 6A: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b>		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2955 HP = 100 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión: BUENO</b>			


### 3.2.1.12. Estado Técnico del Equipo PP6B de la Planta PARSONS

**Tabla 3.28:** ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP6B

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP6B		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 6B: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b>		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u> _____  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u> _____  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa del equipo:</b>  RPM = 2955 HP = 100 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  <b>Estado del anclaje</b> <b>Estado de la carcasa</b> <b>Estado del Motor</b> <b>Estado del acople</b> <b>Estado bomba</b> <b>Estado de cables y pulsadores</b> <b>Estado de vibración</b> <b>Lubricación</b>	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____	<b>Bueno</b>  <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ <u>X</u> _____ _____ _____ _____ _____ _____
<b>Conclusión: REGULAR</b>			

### 3.2.1.13. Estado Técnico del Equipo PP1A de la Planta PARSONS

Tabla 3.29: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP1A


		FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA	
Planta: Parsons			
Equipo: MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
Código técnico: PP1A		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 1A: Número del equipo	
Código activo fijo: 300192		Significado:	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2983 HP = 300 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ _____ _____
Conclusión: REGULAR			





### 3.2.1.15. Estado Técnico del Equipo PP1C de la Planta PARSONS

**Tabla 3.31: ESTADO TÉCNICO DEL EQUIPO PP1C**

		<b>FICHA DE EVALUACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Planta:</b> Parsons			
<b>Equipo:</b> MOTOR – BOMBA			
<b>Marca:</b> <b>MOTOR:</b> RELIANCE XT <b>BOMBA:</b> INGERSOLL – RAND		<b>Responsable del mantenimiento:</b> Técnico de mantenimiento encargado de la planta	
<b>Código técnico:</b> PP1C		<b>Significado:</b> PP: Planta Parsons 1C: Número del equipo	
<b>Código activo fijo:</b> 307491		<b>Significado:</b>	
<b>Manuales:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Planos:</b>  Si _____ No <u>X</u>  Código: Significado:	<b>Repuestos:</b>  Si <u>X</u> _____ No _____  Código: Significado:	
<b>Datos de placa motor:</b>  RPM = 2975 HP = 300 V = 400 HZ = 50			
<b>Estado técnico</b>  Estado del anclaje Estado de la carcasa Estado del Motor Estado del acople Estado bomba Estado de cables y pulsadores Estado de vibración Lubricación	<b>Malo</b>  _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Regular</b>  _____ _____ _____ <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ <u>X</u>	<b>Bueno</b>  <u>X</u> <u>X</u> <u>X</u> _____ _____ _____ <u>X</u> _____
<b>Conclusión: BUENO</b>			

### **3.3. Mantenimiento Empleado en los Equipos**

Actualmente en la Refinería La Libertad aplican el mantenimiento Preventivo y Predictivo.

Dentro del mantenimiento Preventivo se realiza el overhaul anualmente a toda la planta pero no existe un plan de mantenimiento preventivo detallado para los equipo y accesorios de la planta PARSONS.

### **3.4. Documentación Existente**

La planta PARSONS actualmente posee una documentación como:

- Algunos planos de los equipos.
- Ciertos datos de placa de cada Máquina.
- Ordenes de trabajos para tareas preventivas y correctivas mediante un software de gestión de mantenimiento MAIN TRACKER donde emite cierta información básica de los equipos.

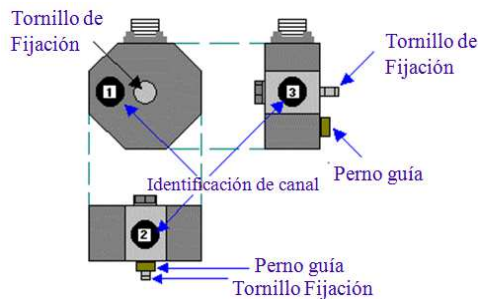
## CAPÍTULO IV

### **4. EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO VIBRACIONAL.**

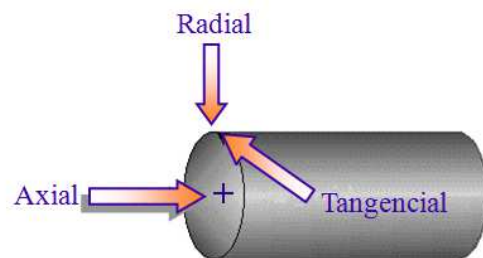
#### **4.1. Sensores de Medición a Utilizarse.**

El transductor utilizado para monitoreo es un acelerómetro triaxial único. La gran ventaja de utilizar este tipo de sensor es la toma simultánea de datos en las tres direcciones Radial, Axial y Tangencial, asegurando la repetitividad de los datos y evitando el desfase común más conocido como deslizamiento o slip.

La ranura de alineación asegura que el transductor esté correctamente orientado y se fija por medio de un tornillo que va en medio del transductor en la base de bronce colocada en el punto de medición.



**Figura 4.1:** Acelerómetro Triaxial



**Figura 4.2:** Ejes de Medición

#### **4.2. Montaje del Sensor.**

Para el montaje del sensor, en los diferentes puntos de medición utilizamos el tipo de montaje fijado por un adhesivo ya que puede trabajar en una frecuencia máxima aceptable 540000 cpm que es aceptable para la velocidad a la que trabajan los equipos, según la tabla 4.1.

**Tabla 4.1:** Relación del Tipo de Montaje y Frecuencia Aceptables y Naturales

TIPO DE MONTAJE	FRECUENCIA MÁXIMA ACEPTABLE	FRECUENCIA NATURAL DEL MONTAJE
Roscado	975,000 cpm	1,900,000 cpm
Con adhesivos	540,000 cpm	No observado
Roscado en un magneto o imán	450,000 cpm	724,500 cpm
Vástago sujetado con la mano	48,000 cpm	88,500 cpm

Los datos indicados en la tabla 4.1 no se deben tomar como un estándar, ya que hay varios factores que pueden interferir y variar las frecuencias indicadas.

**Figura 4.3.** Montaje con Adhesivo para Sensores de Vibración

Para fijar la base donde se ubica el sensor se utiliza una mezcla de LOCTITE 7380 y LOCTITE 325 en las proporciones siguientes LOCTITE 325 = 2 partes y LOCTITE 7380 = 1 parte, la fusión de estos dos pegamentos nos resulta una solución fuerte donde se pega la base de bronce en los puntos determinados para la toma de mediciones en los diferentes equipos.

**Figura 4.4:** Loctite 325**Figura 4.5:** Loctite 7380

### 4.3. Colector de Datos.

AZIMA DLI DCX™ COLECTOR DE DATOS CON DIAGNÓSTICO/ANALIZADOR  
EN TIEMPO REAL



**Figura 4.6:** Colector de Datos DCX™

EL EQUIPO DCX™ ES UN POTENTE, FLEXIBLE Y DIFERENCIALMENTE INTELIGENTE QUE LOS TRADICIONALES COLECTORES DE DATOS DE VIBRACIÓN QUE PROPORCIONA UNA COMPLETA INDEPENDENCIA DE LA COMPUTADORA DE ESCRITORIO.

#### 4.3.1. Total Movilidad en la Planta

EL DCX de Azima DLI, es un robusto colector de datos de vibración de cuatro canales específicamente apropiado para el análisis de la condición de las máquinas modernas. Viene

instalado el software para monitoreo de condiciones ExpertALERT™, con una base de datos histórico de las máquinas y diagnóstico automático de las máquinas todo integrado en un robusto dispositivo manual con Windows XP:

- Desarrolla el análisis de la condición de la máquina, incluyendo detección de fallas en rodamientos usando demodulación.
- Utiliza software y funciones normalmente disponibles únicamente en la computadora de la estación de trabajo. Lleva importantes aplicaciones y documentos al campo de trabajo.
- Comunicación vía Ethernet o Wi-Fi.

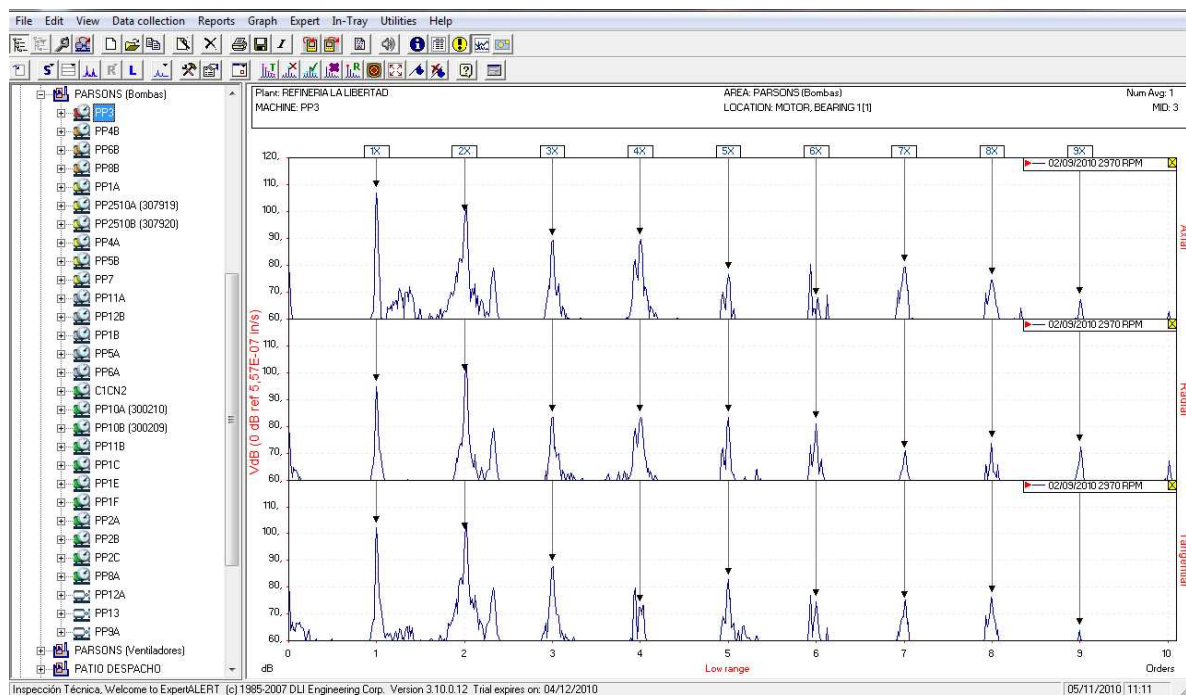
La base de datos nos permite un monitoreo de condiciones completa en un ambiente movable. Donde, los datos de las máquinas son automáticamente replicados a través de innovadoras técnicas de bases de datos que son transparentes al usuario. En cualquier momento la unidad móvil DCX es conectada a la red por Wi-Fi o Ethernet, los nuevos datos podrán actualizarse automáticamente en los otros DCX y sistemas de red ALERT.

Este equipo en presentación estándar contiene lo siguiente: Software de Análisis ALERT instalado, acelerómetro triaxial Premium (5%) para eficientar la colección de datos de múltiples ejes/direcciones, adquisición de datos simultánea en tres canales, transferencia de datos vía cable USB o memoria USB, Sistema Operativo Microsoft Windows XP, Ethernet incluida y puertos USB, tamaño: 11.1" x 8.5" x 1.8", Peso: 5.3 lbs. incluyendo la batería.

Para almacenar los datos y el software tiene un disco duro estándar alternable de 80 GB y un disco duro sólido opcional de 16 GB.

#### 4.4. Software ExpertALERT 3.10.

Para el análisis Vibracional de los equipos utilizamos el software ExpertALERT <sup>TM</sup> el que nos proporcionó rápidas, precisas y comprensibles resultados en la determinación de fallas.



**FIGURA 4.7:** ExpertALERT

ExpertALERT es un software de diagnóstico de vibración altamente automatizado de última generación de Azima DLI. El ExpertALERT se ha desarrollado con énfasis en la interfaz de usuario. Al igual que el Explorador de Windows <sup>®</sup>, toda la información y las funciones están disponibles en una sola capa, pantalla intuitiva. A la izquierda un árbol, a la derecha, los datos seleccionados y la información.

La base de datos y configuraciones de sistemas expertos se realizan fácilmente con los nuevos asistentes de configuración, gestión de base de datos, Análisis de Vibraciones y

Diagnóstico Automatizado de expertos nunca han sido más fácil, los resultados, tendencias y resumen de los datos son fácilmente accesibles para cualquier prueba tomada en el tiempo.

Rápida y sensible de detección de datos de vibración sistemática mediante técnicas de vibración para la detección temprana de fallas.

#### **4.4.1 Configuración del software ExpertALERT**

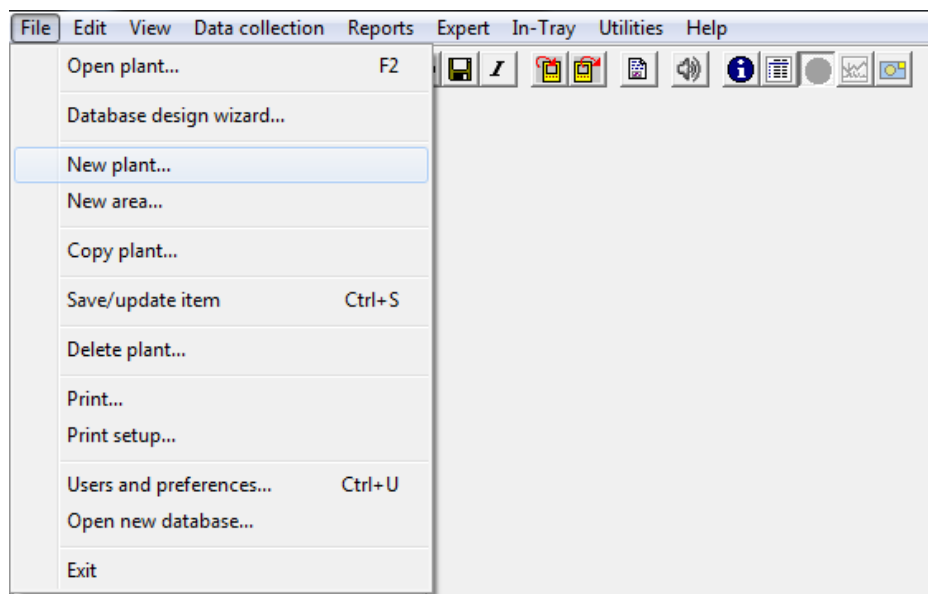
Utilizando el equipo DCX-RT y el software del ExpertALERT 3.10 se crea una base de datos con toda la información disponible de las máquinas como por ejemplo:

- Información de las máquinas a ser monitoreadas.
- Dibujo o fotografía de la máquina.
- RPM de placa y medidas reales.
- Temperatura de operación normal.
- La frecuencia de las máquinas.
- Descripción de sus principales componentes.
- Tipos de acoples de las máquinas.
- Tipo de rodamientos.
- Puntos de medición.
- Localización de los puntos de medición.

Para la configuración del sistema se debe seguir los siguientes pasos:

- Damos clic en la opción (File), para crear una nueva planta (New Plant...).





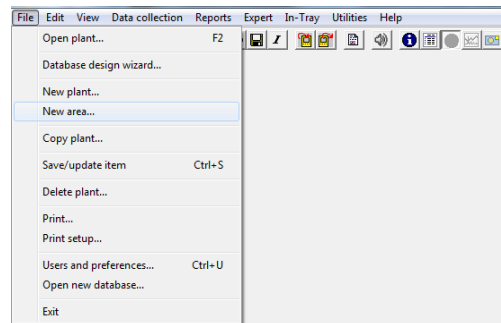
**FIGURA 4.8:** Nueva Planta

Se coloca los datos más relevantes de la planta recién creada como a continuación se describe

**Figura 4.9:** Identificación de la Empresa

**Figura 4.10:** Identificación del Técnico

Hacemos un clic en la opción (File), se vuelve a realizar un clic en la opción (New area...)



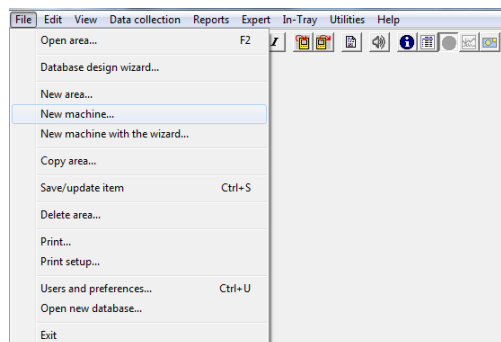
**Figura 4.11:** Nueva Área

Se cargan los datos correspondientes en la ventana que se muestra a continuación.



**Figura 4.12:** Identificación del Área

Hacemos clic en la opción (File) y se realiza un clic en la opción (New machine...)



**Figura 4.13:** Nuevo Equipo

Llenamos la ficha de datos técnicos, fotografías de cada equipo, las frecuencias de medición como se muestra a continuación.

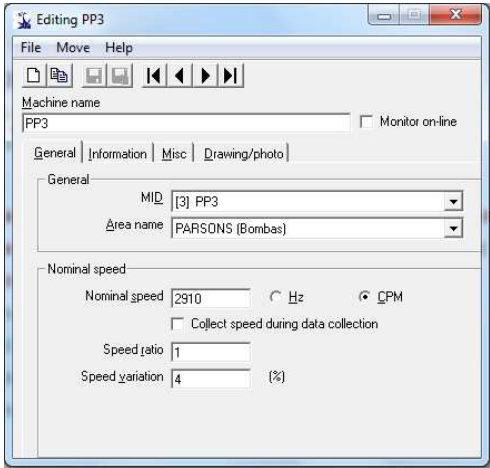


Figura 4.14: Datos Generales



Figura 4.15: Información

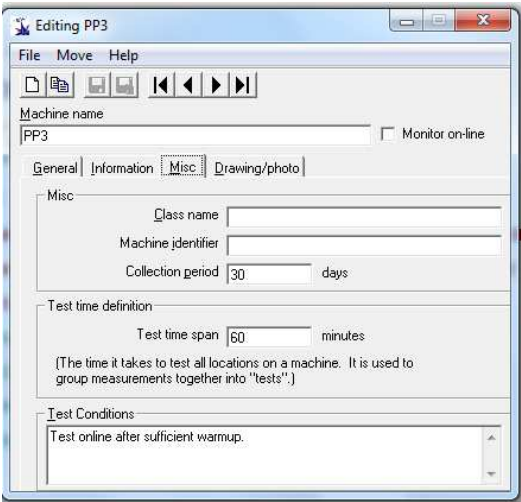


Figura 4.16: Misc

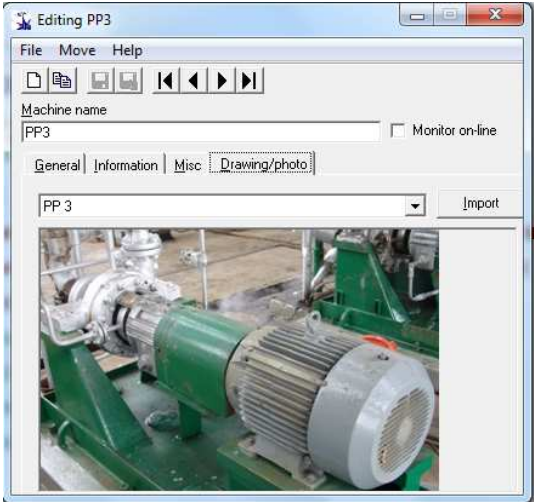


Figura 4.17: Drawing/photo

#### 4.4.2. Creación de Rutas de Medición

Para la creación de las rutas tenemos que tomar en cuenta algunos factores tales como:

1. **Posicionamiento.**- Recorra el área de la planta donde se encuentran los equipos a ser monitoreados, determinando su ubicación, los puntos de medición y secuencia de las mismas (rutas), particularidades y opciones de rutas, aspectos de seguridad, accesibilidad, identificaciones.
2. **Desarrollo de las Planillas de Datos.**- Establecer qué máquinas van a ser monitoreadas, y completar una planilla de datos para cada una de ellas.

La planilla de datos provee información necesaria sobre cada elemento rotante, a fin de identificar las frecuencias características, los puntos de medición y los datos de reparaciones.

## CAPÍTULO V

### 5. TENDENCIAS VIBRACIONALES PARA LA DETERMINACIÓN DE FALLAS

#### 5.1. Determinación de Equipos Críticos

**Tabla 5.1: CRITICIDAD PP8A**

<b>PP8A</b>	<b>300208</b>	<b>GASOLINA</b>
Frecuencia de fallas:		3
Impacto operacional:		4
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.2: CRITICIDAD PP8B**

<b>PP8B</b>	<b>300207</b>	<b>GASOLINA</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		4
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.3: CRITICIDAD PP7**

<b>PP7</b>	<b>GASOLINA</b>
Frecuencia de fallas:	3
Impacto operacional:	4
Flexibilidad operacional:	2
Costo de mantenimiento:	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:	2

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.4: CRITICIDAD PP4A**

<b>PP4A</b>	<b>300203</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
Frecuencia de fallas:	4	
Impacto operacional:	4	
Flexibilidad operacional:	2	
Costo de mantenimiento:	1	
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:	2	

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.5: CRITICIDAD PP4B**

<b>PP4B</b>	<b>300202</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
Frecuencia de fallas:	4	
Impacto operacional:	4	
Flexibilidad operacional:	2	
Costo de mantenimiento:	1	
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:	2	

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.6: CRITICIDAD PP5A**

<b>PP5A</b>	<b>300201</b>	<b>DESTILADO (DIESEL LIVIANO)</b>
Frecuencia de fallas:	4	
Impacto operacional:	4	
Flexibilidad operacional:	2	
Costo de mantenimiento:	1	
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:	2	

**Consecuencia = 11**

**Tabla 5.7: CRITICIDAD PP5B**

<b>PP5B</b>	<b>300200</b>	<b>SPRAY (PESADO)</b>
Frecuencia de fallas:		3
Impacto operacional:		4
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 11****Tabla 5.8: CRITICIDAD PP3**

<b>PP3</b>	<b>300199</b>	<b>DESTILADO (DIESEL LIVIANO)</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		4
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 11****Tabla 5.9 CRITICIDAD PP2A**

<b>PP2A</b>	<b>300197</b>	<b>RESIDUO (CRUDO)</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		6
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 15**

**Tabla 5.10: CRITICIDAD PP2B**

<b>PP2B</b>	<b>300204</b>	<b>RESIDUO (CRUDO)</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		6
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 15**

**Tabla 5.11: CRITICIDAD PP6A**

<b>PP6A</b>	<b>DIESEL LIVIANO</b>
Frecuencia de fallas:	3
Impacto operacional:	4
Flexibilidad operacional:	1
Costo de mantenimiento:	1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:	2

**Consecuencia = 7**

**Tabla 5.12: CRITICIDAD PP6B**

<b>PP6B</b>	<b>300204</b>	<b>REFLUJO LATERAL (DIESEL LIVIANO)</b>
Frecuencia de fallas:		3
Impacto operacional:		4
Flexibilidad operacional:		1
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 7**



**Tabla 5.13: CRITICIDAD PP1A**

<b>PP1A</b>	<b>300192</b>	<b>CRUDO</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		6
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 15****Tabla 5.14: CRITICIDAD PP1B**

<b>PP1B</b>	<b>300193</b>	<b>CRUDO</b>
Frecuencia de fallas:		4
Impacto operacional:		6
Flexibilidad operacional:		2
Costo de mantenimiento:		1
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		2

**Consecuencia = 15****Tabla 5.15: CRITICIDAD PP1C**

<b>PP1C</b>	<b>307491</b>	<b>CRUDO</b>
Frecuencia de fallas:		2
Impacto operacional:		6
Flexibilidad operacional:		1
Costo de mantenimiento:		2
Impacto en seguridad, Ambiente e Higiene:		1

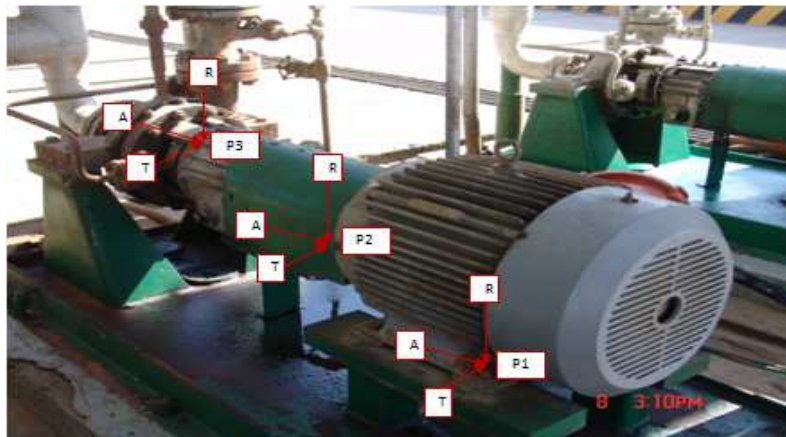
**Consecuencia = 9**

**Tabla 5.16:** JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS

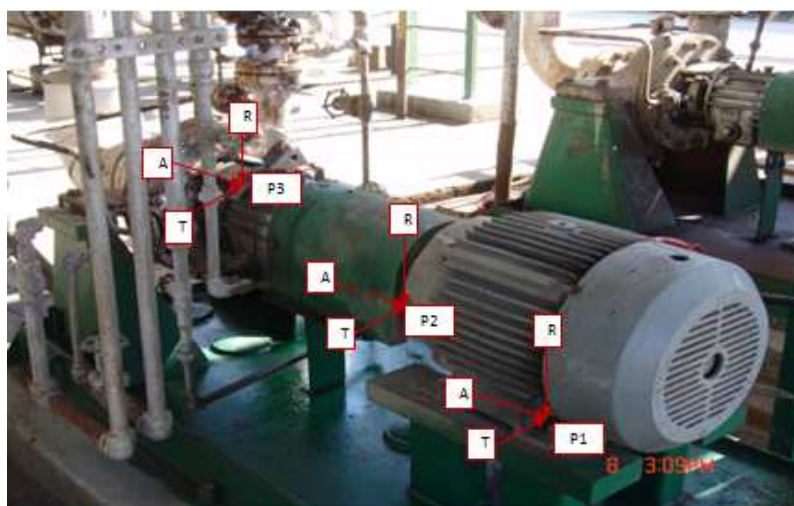
JERARQUIZACIÓN DE LOS EQUIPOS								
EQUIPOS	FRECUENCIA	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MTTO.	IMPACTO SHA.	CONSECUENCIA	TOTAL	JERARQUIZACION
PP2A	4	6	2	1	2	15	60	CRÍTICO
PP2B	4	6	2	1	2	15	60	CRÍTICO
PP1B	4	6	2	1	2	15	60	CRÍTICO
PP1A	4	6	2	1	2	15	60	CRÍTICO
PP8B	4	4	2	1	2	11	44	CRÍTICO
PP4A	4	4	2	1	2	11	44	CRÍTICO
PP4B	4	4	2	1	2	11	44	CRÍTICO
PP5A	4	4	2	1	2	11	44	CRÍTICO
PP3	4	4	2	1	2	11	44	CRÍTICO
PP8A	3	4	2	1	2	11	33	SEMI CRÍTICO
PP7	3	4	2	1	2	11	33	SEMI CRÍTICO
PP5B	3	4	2	1	2	11	33	SEMI CRÍTICO
PP6A	3	4	1	1	2	7	21	SEMI CRÍTICO
PP6B	3	4	1	1	2	7	21	SEMI CRÍTICO
PP1C	2	6	1	2	1	9	18	NO CRÍTICO

**NOTA:** Los equipos debido a su importancia en los procesos de producción se los considera de categoría “A” a los críticos, “B” a los semi – críticos y “C” a los no críticos.

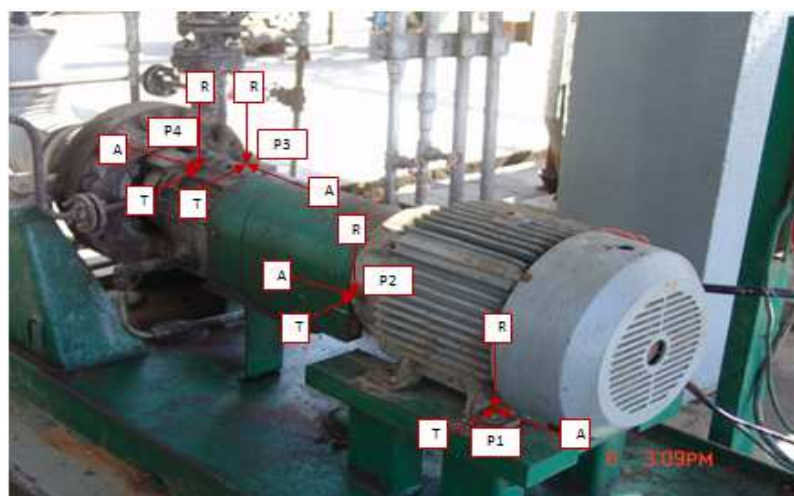
## 5.2. Determinación de los Puntos de Medición



**Figura 5.1:** Puntos de Medición PP8B



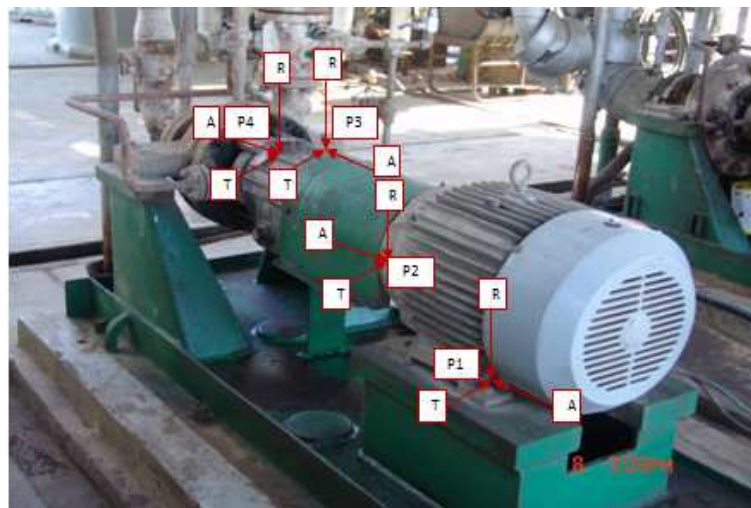
**Figura 5.2:** Puntos de Medición PP4A



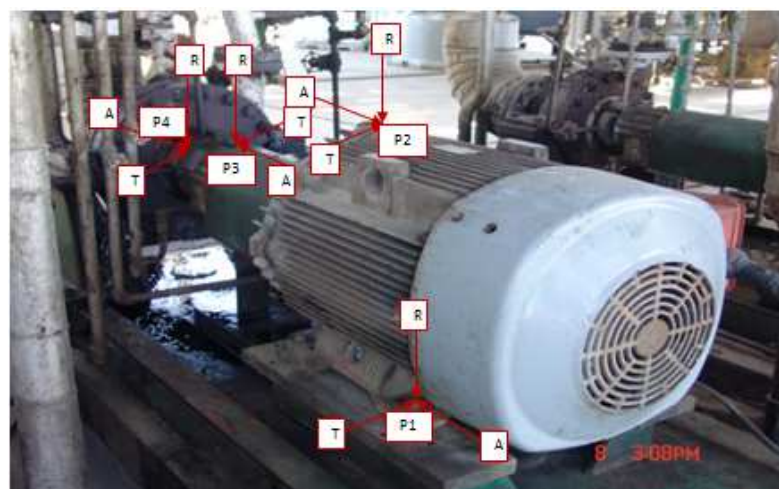
**Figura 5.3:** Puntos de Medición PP4B



**Figura 5.4:** Puntos de Medición PP5A

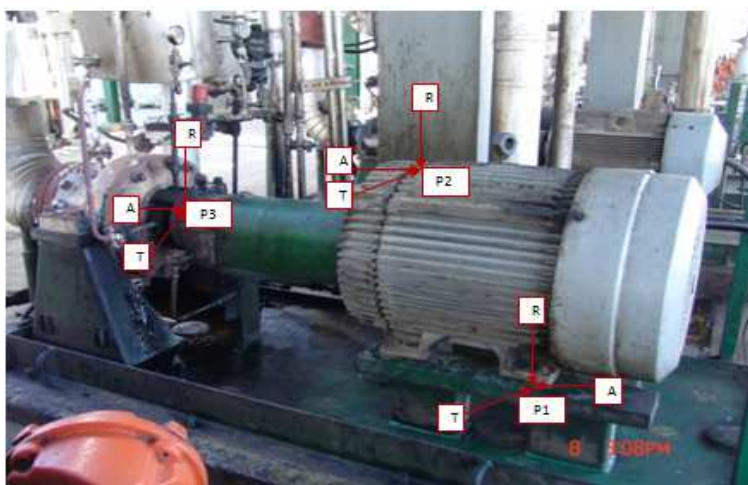


**Figura 5.5:** Puntos de Medición PP3



**Figura 5.6:** Puntos de Medición PP2A

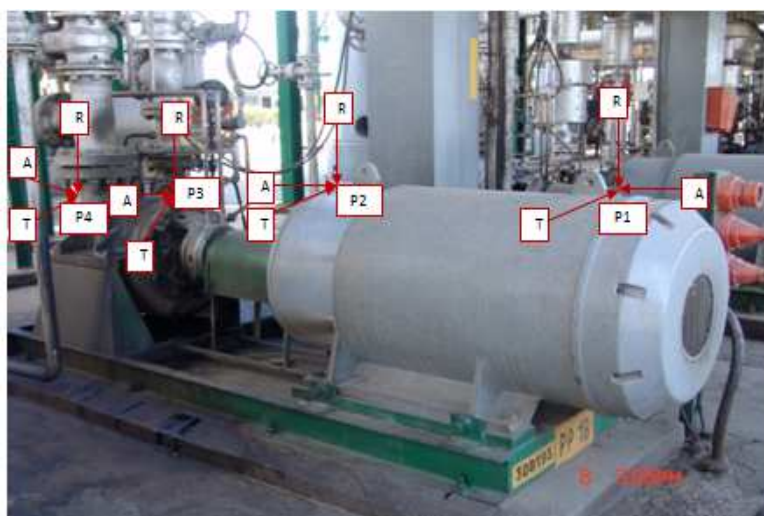




**Figura 5.7:** Puntos de Medición PP2B



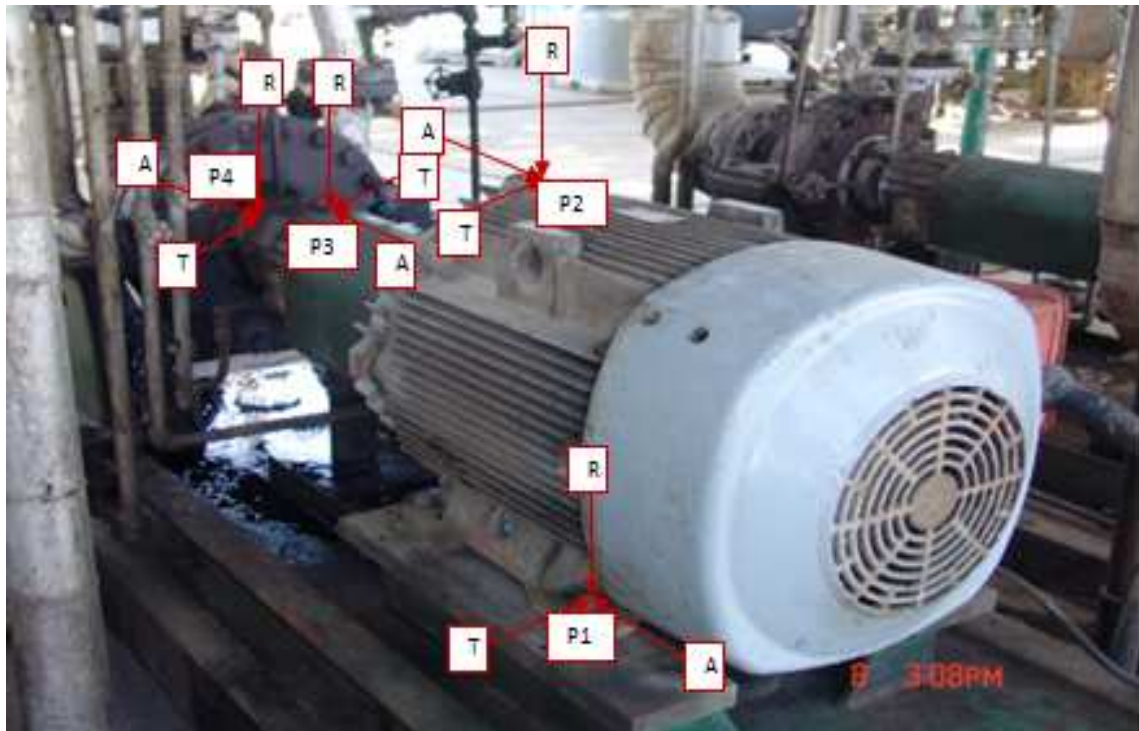
**Figura 5.8:** Puntos de Medición PP1A



**Figura 5.9:** Puntos de Medición PP1B

5.3. Creación de Fichas Técnicas para el Análisis de Vibraciones

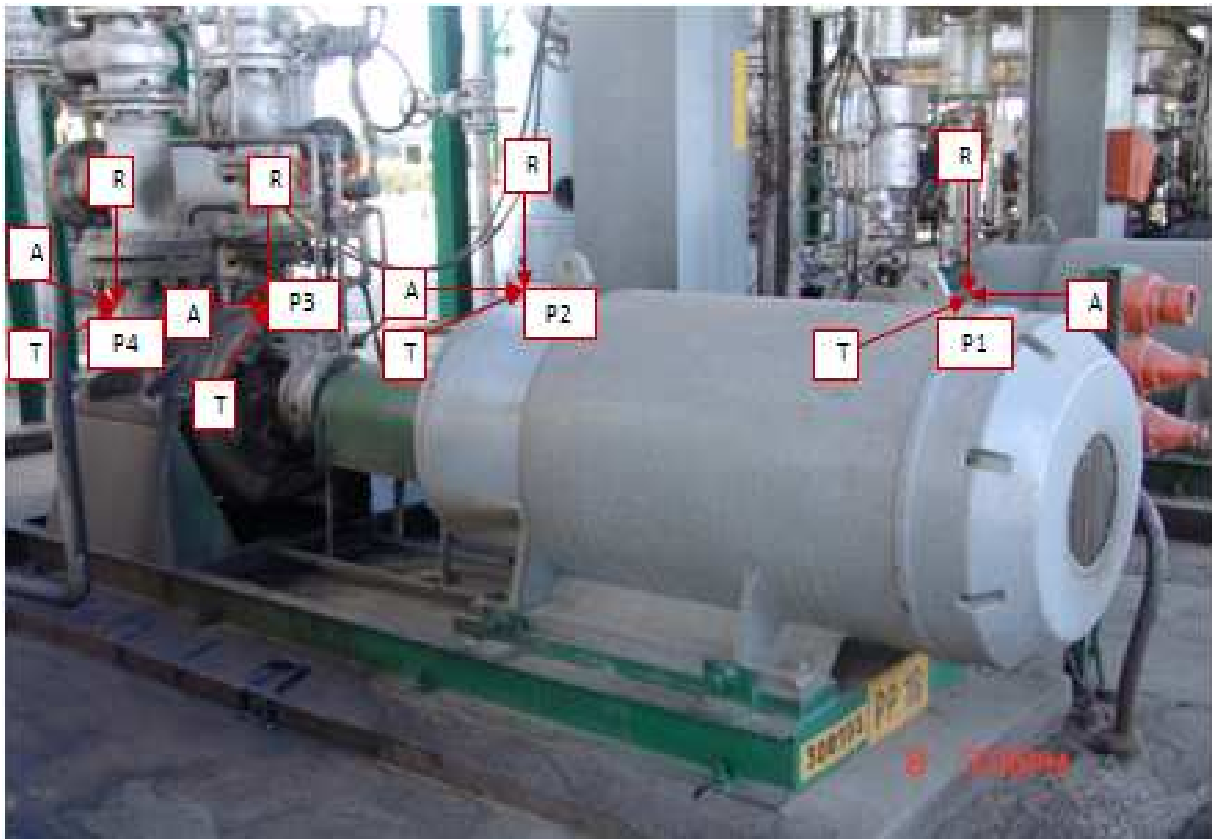
Tabla 5.17: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP2A

<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP2A
<b>SERVICIO:</b> CIRCULACIÓN DE RESIDUO DE CRUDO		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL	INFORMACIÓN		
<b>MID:</b> 2 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2975 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%	MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 156A 125 HP		
	<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos		
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			

**Tabla 5.18: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP2B**


EMPRESA: REFINERIA LA LIBERTAD		EQUIPO: PP2B
SERVICIO: CIRCULACIÓN DE RESIDUO DE CRUDO		FECHA: 2/09/2010
GENERAL	INFORMACIÓN	
MID: 82 AREA: PARSONS (BOMBAS) VEL. NOMINAL: 2975 CPM VEL. DE RADIO: 1 VEL. DE VARIACIÓN 4%	MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 156A 125 HP	
	Misc  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS		
Orders: 10		
VdB: (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)		
DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN		
		

**Tabla 5.19: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP1B**

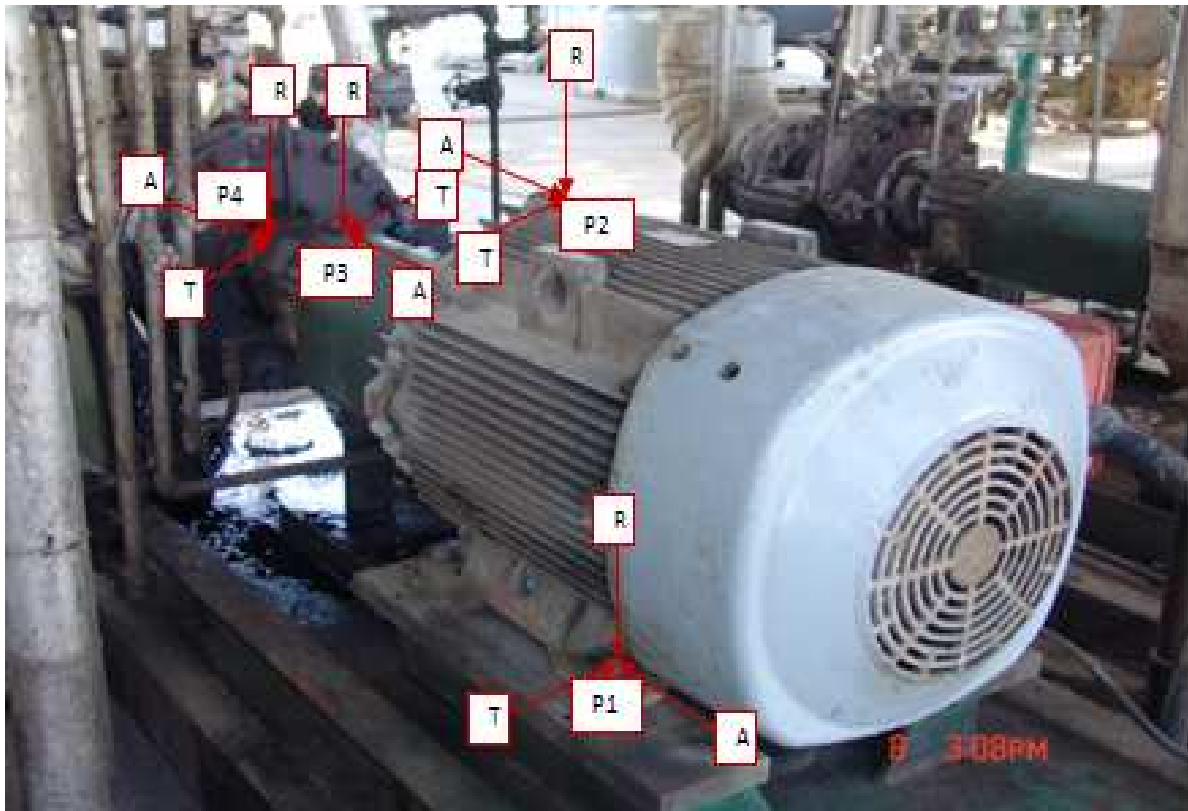
<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP1B
<b>SERVICIO:</b> CRUDO		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 80 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2983 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR WORTHINGTON 50 HZ 400V 45.2A 300 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			



**Tabla 5.20: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP1A**

<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP1A
<b>SERVICIO:</b> CRUDO		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 85 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2950 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 57.5A 40 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			

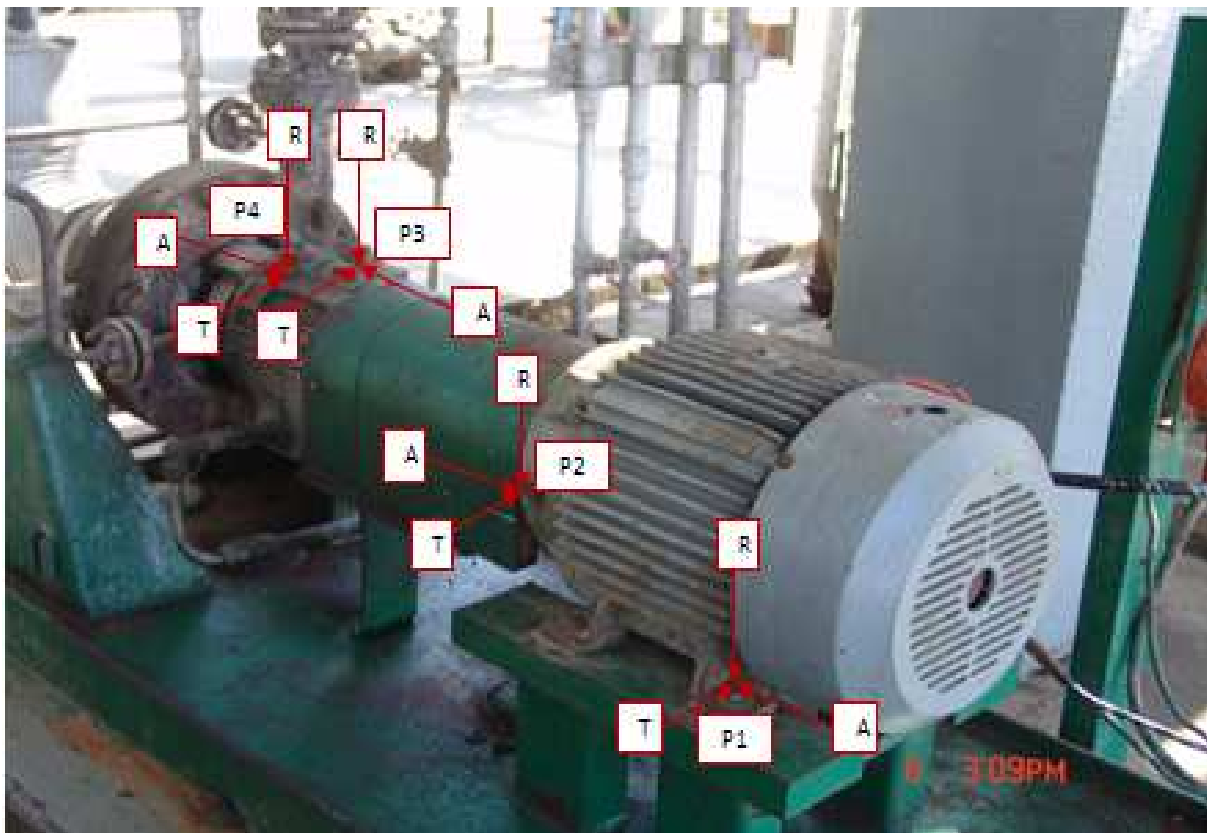
**Tabla 5.21: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP8B**

<b>EMPRESA:</b> REFINERÍA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP8B
<b>SERVICIO:</b> CIRCULACIÓN DE GASOLINA		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 85 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2950 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 57.5A 40 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			

**Tabla 5.22: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP4A**

<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP4A
<b>SERVICIO:</b> CIRCULACIÓN DE DIESEL LIVIANO		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 4 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2910 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 38A 25 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			

**Tabla 5.23: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP4B**

<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP4B
<b>SERVICIO:</b> CIRCULACIÓN DE DIESEL LIVIANO		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 83 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2910 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		<b>MOTOR INGERSOLL RAND</b> 50 HZ 400V 38A 25 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
<b>DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN</b>			
			

**Tabla 5.24: FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP5A**

<b>EMPRESA:</b> REFINERIA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP5A
<b>SERVICIO:</b> DESTILADO (DIESEL LIVIANO)		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 5 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2930 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 42.7A 30 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN			
			

**Tabla 5.25:** FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO PP3

<b>EMPRESA:</b> REFINERÍA LA LIBERTAD		<b>EQUIPO:</b>	PP3
<b>SERVICIO:</b> DESTILADO (DIESEL LIVIANO)		<b>FECHA:</b>	2/09/2010
GENERAL		INFORMACIÓN	
<b>MID:</b> 3 <b>AREA:</b> PARSONS (BOMBAS) <b>VEL. NOMINAL:</b> 2910 CPM <b>VEL. DE RADIO:</b> 1 <b>VEL. DE VARIACIÓN</b> 4%		MOTOR INGERSOLL RAND 50 HZ 400V 38A 25 HP	
		<b>Misc</b>  Frecuencia (días) = 30 Tiempo estimado de resultados = 60 minutos	
RANGOS DE ANÁLISIS			
<b>Orders:</b> 10			
<b>VdB:</b> (0 dB ref. 5,57 E – 07 in/s)			
DIAGRAMA DE LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN			
			



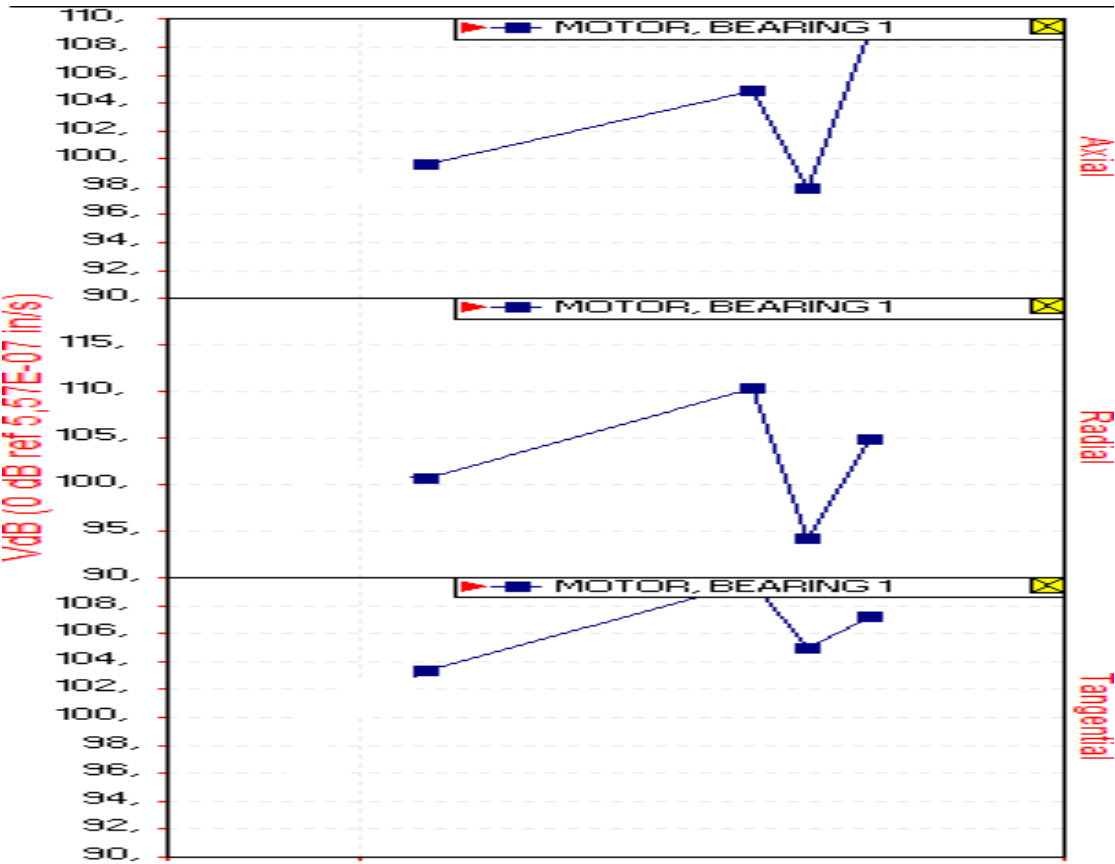
5.4. Recopilación de la Base de Datos Tomados por el Equipo DCX-RT y Software ExpertALERT 3.10.

5.4.1. Tendencias Vibracional del Equipo PP3

5.4.1.1. Tendencias punto 1 del equipo PP3

**PP3**

05/21/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
99.58 VdB en 1A	104.91 VdB en 1A	97.91 VdB en 1A	109.19 VdB en 1A
100.61 VdB en 1R	110.37 VdB en 1R	94.24 VdB en 1R	104.91 VdB en 1R
103.36 VdB en 1T	109.65 VdB en 1T	104.92 VdB en 1T	107.21 VdB en 1T



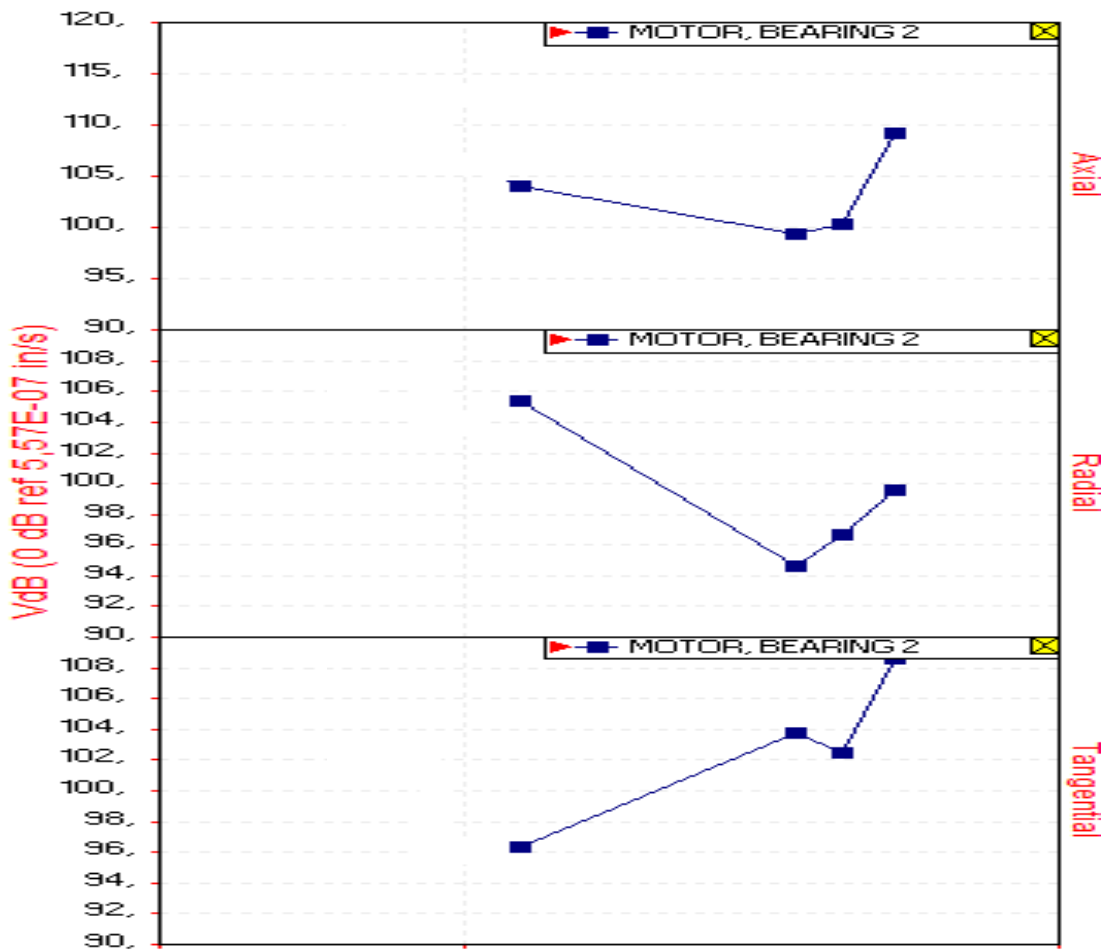
**Figura 5.10:** Tendencias Punto 1 del Equipo PP3

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 1 observamos que existe un incremento de los niveles de vibración con un ligero decaimiento en el tercer punto en las tres direcciones de medición.

5.4.1.2. Tendencias punto 2 del equipo PP3

**PP3**

05/21/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
104.02 VdB en 2A	99.38 VdB en 2A	100.36 VdB en 2A	109.30 VdB en 2A
105.37 VdB en 2R	94.69 VdB en 2R	96.71 VdB en 2R	99.59 VdB en 2R
96.34 VdB en 2T	103.72 VdB en 2T	102.50 VdB en 2T	108.64 VdB en 2T



**Figura 5.11:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP3

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 2 observamos que existe una disminución de los niveles de vibraciones en las dos primeras mediciones pero en el sentido Axial y Radial, para luego tener un ligero incremento de los niveles de vibración.

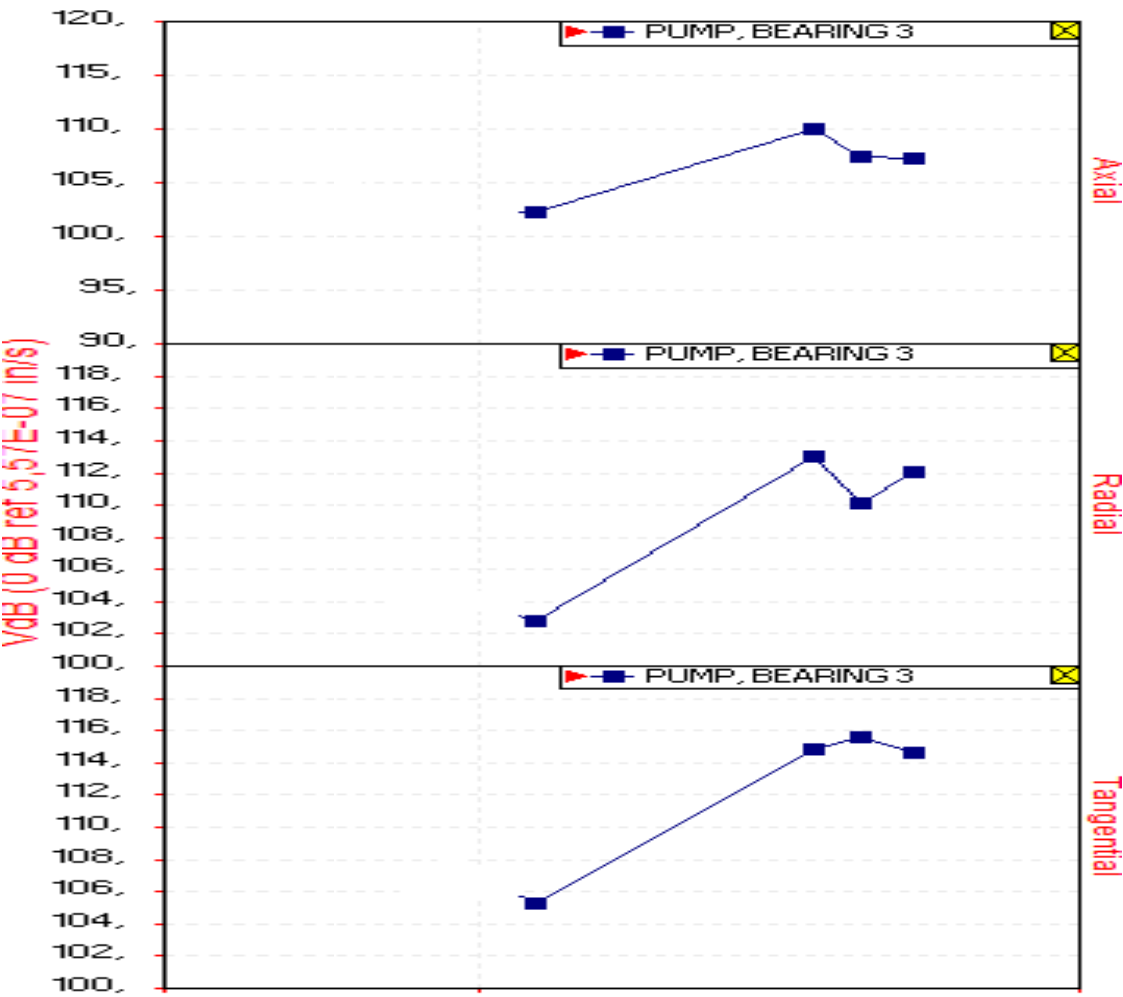
Mientras que en el sentido tangencial existe un aumento de los niveles de vibración durante todas las mediciones realizadas.



5.4.1.3. Tendencias punto 3 del equipo PP3

**PP3**

05/21/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
102.24 VdB en 3A	110.07 VdB en 3A	107.44 VdB en 3A	107.37 VdB en 3A
102.83 VdB en 3R	113.01 VdB en 3R	110.07 VdB en 3R	112.03 VdB en 3R
105.28 VdB en 3T	114.85 VdB en 3T	115.63 VdB en 3T	114.63 VdB en 3T



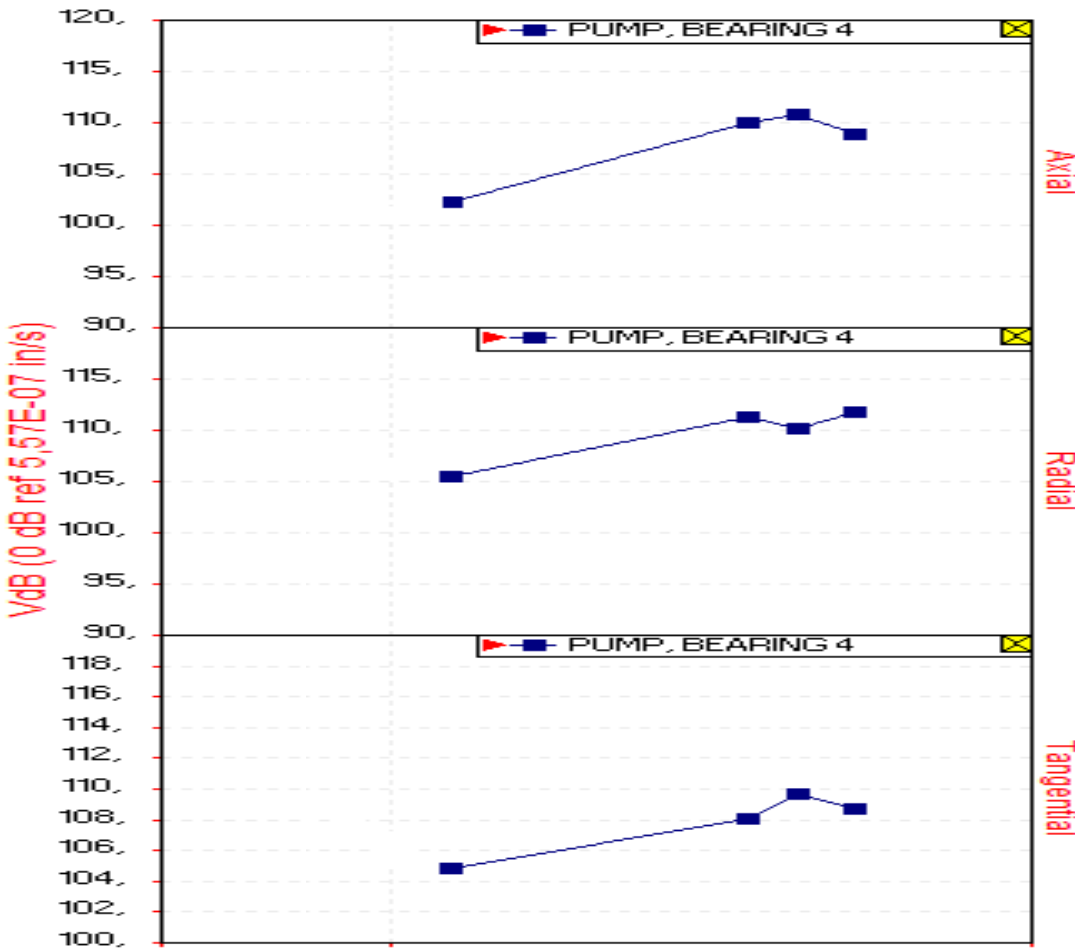
**Figura 5.12:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP3

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 3 observamos que existe un aumento significativo de los niveles de vibración en las tres posiciones de medición Axial, Radial y Tangencial, con una ligera disminución en la tercera medición en los sentidos Axial y Radial.

5.4.1.4. Tendencias punto 4 del equipo PP3

**PP3**

05/21/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
102.29 VdB en 4A	110.03 VdB en 4A	110.79 VdB en 4A	108.93 VdB en 4A
105.56 VdB en 4R	111.35 VdB en 4R	110.26 VdB en 4R	111.77 VdB en 4R
104.90 VdB en 4T	108.07 VdB en 4T	109.73 VdB en 4T	108.68 VdB en 4T



**Figura 5.13:** Tendencias Punto 4 del Equipo PP3

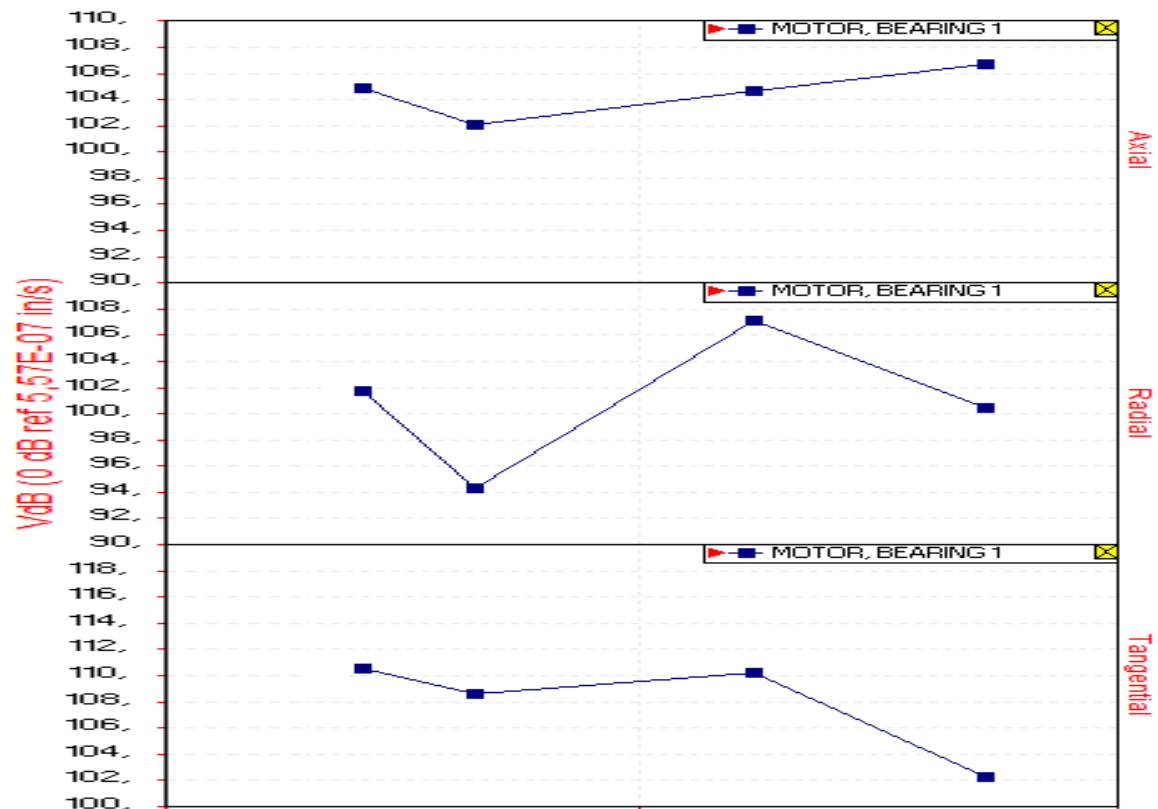
**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 4 observamos que existe un ligero aumento de los niveles de vibraciones en las tres sentidos Axial, Radial y Tangencial.

## 5.4.2. Tendencias Vibracional del Equipo PP4B

### 5.4.2.1. Tendencias punto 1 del equipo PP4B

#### PP4B

09/02/2010	12/03/2010	21/05/2010	20/07/2010
104.91 VdB en 1A	102.10 VdB en 1A	104.64 VdB en 1A	106.68 VdB en 1 <sup>a</sup>
101.75 VdB en 1R	94.28 VdB en 1R	107.15 VdB en 1R	100.47 VdB en 1R
110.60 VdB en 1T	108.63 VdB en 1T	110.23 VdB en 1T	102.25 VdB en 1T



**Figura 5.14:** Tendencias Punto 1 del Equipo PP4B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 1 observamos que existe un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentido Axial pero antes tiene una disminución en la segunda medición.

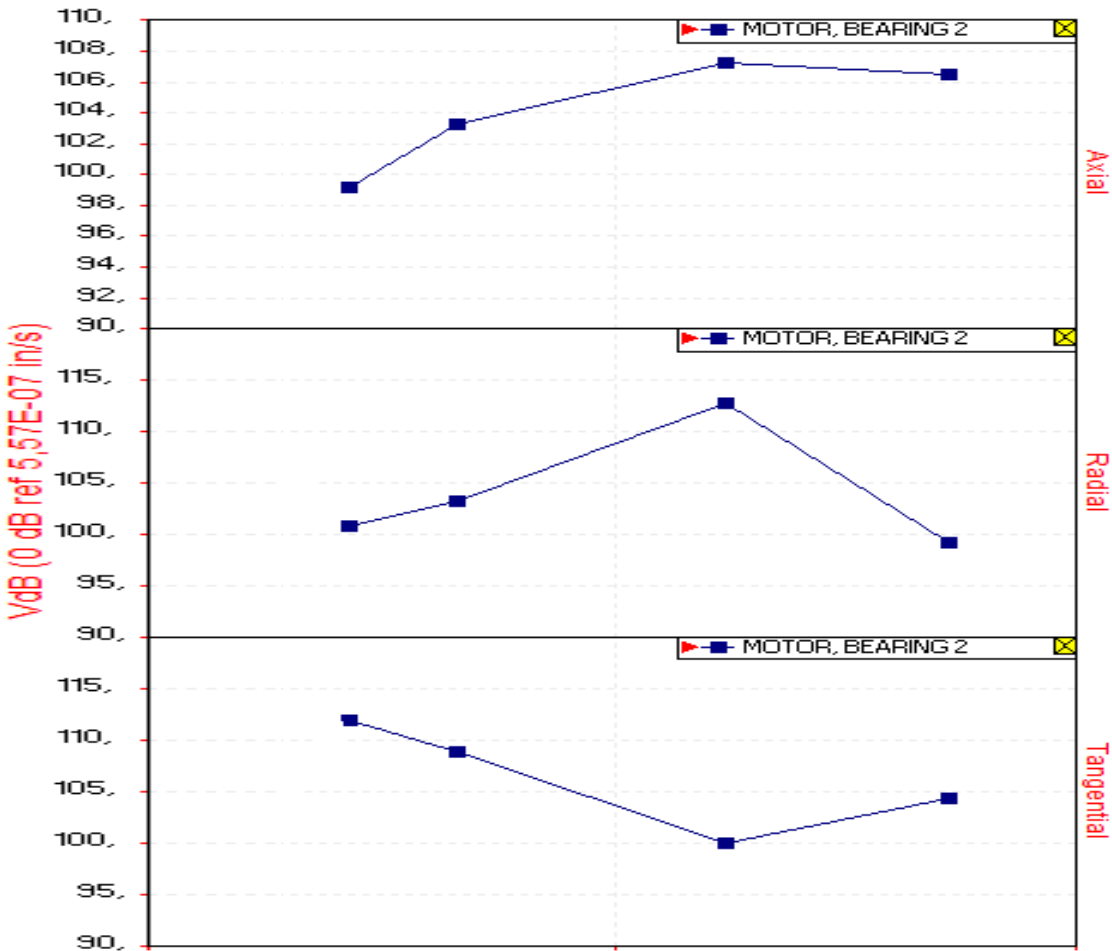
Notamos que en el sentido Radial las tendencias vibracionales son irregulares pero desde la primera medición a la última disminuye los rangos de vibración disminuyen.

En el sentido Tangencial existe una notoria disminución de los niveles de vibración.

5.4.2.2. Tendencias punto 2 del equipo PP4B

**PP4B**

09/02/2010	12/03/2010	21/05/2010	20/07/2010
99.13 VdB en 2A	103.21 VdB en 2A	107.22 VdB en 2A	106.46 VdB en 2A
100.80 VdB en 2R	103.29 VdB en 2R	112.71 VdB en 2R	99.16 VdB en 2R
112.02 VdB en 2T	108.90 VdB en 2T	100.04 VdB en 2T	104.42 VdB en 2T



**Figura 5.15:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP4B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 2 observamos que existe un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentido Axial.

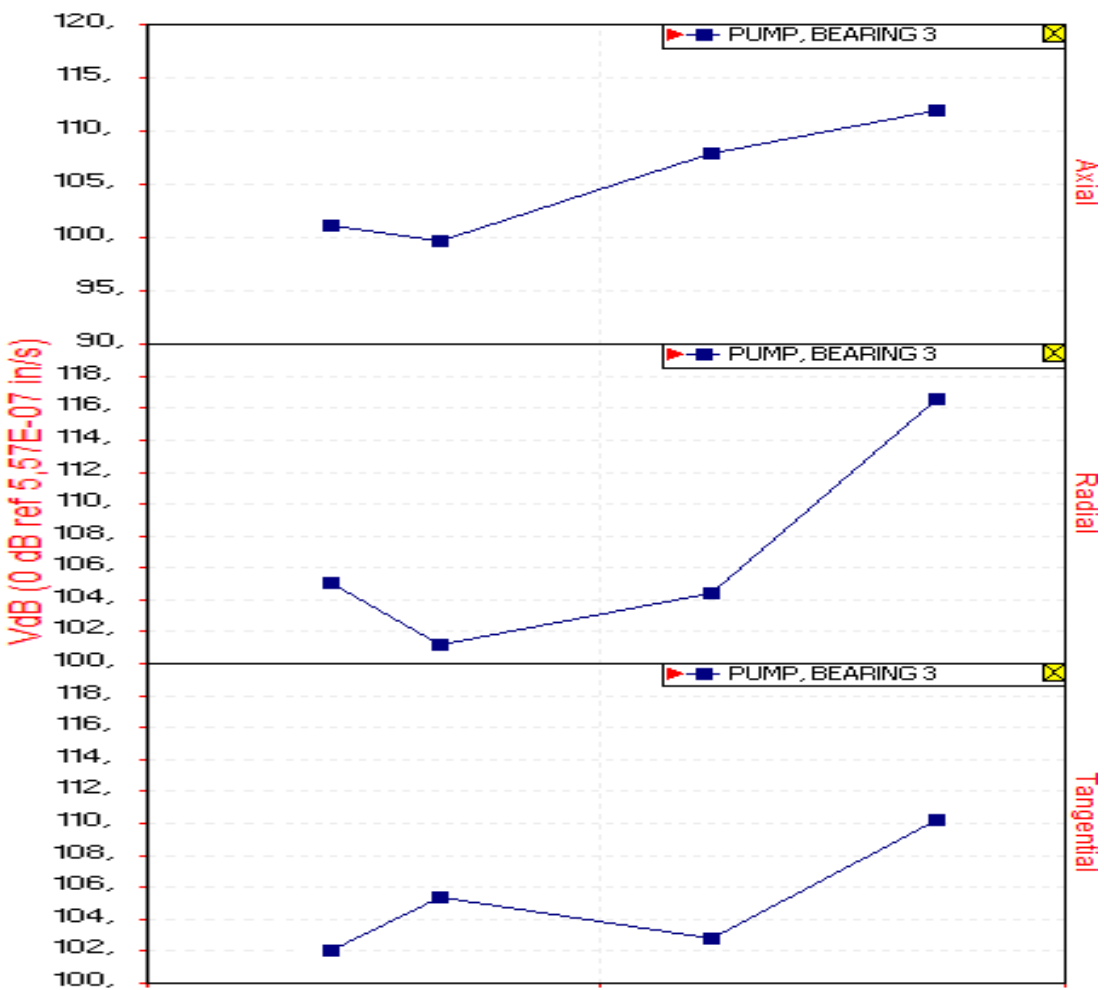
Notamos que en el sentido Radial las tendencias vibracionales son irregulares pero desde la primera medición a la última disminuye los rangos de vibración.

En el sentido Tangencial existe una notoria disminución de los niveles de vibración.

5.4.2.3. Tendencias punto 3 del equipo PP4B

**PP4B**

09/02/2010	12/03/2010	21/05/2010	20/07/2010
101.17 VdB en 3A	99.68 VdB en 3A	107.90 VdB en 3A	111.99 VdB en 3A
105.03 VdB en 3R	101.17 VdB en 3R	104.37 VdB en 3R	116.59 VdB en 3R
102.03 VdB en 3T	105.37 VdB en 3T	102.75 VdB en 3T	110.18 VdB en 3T



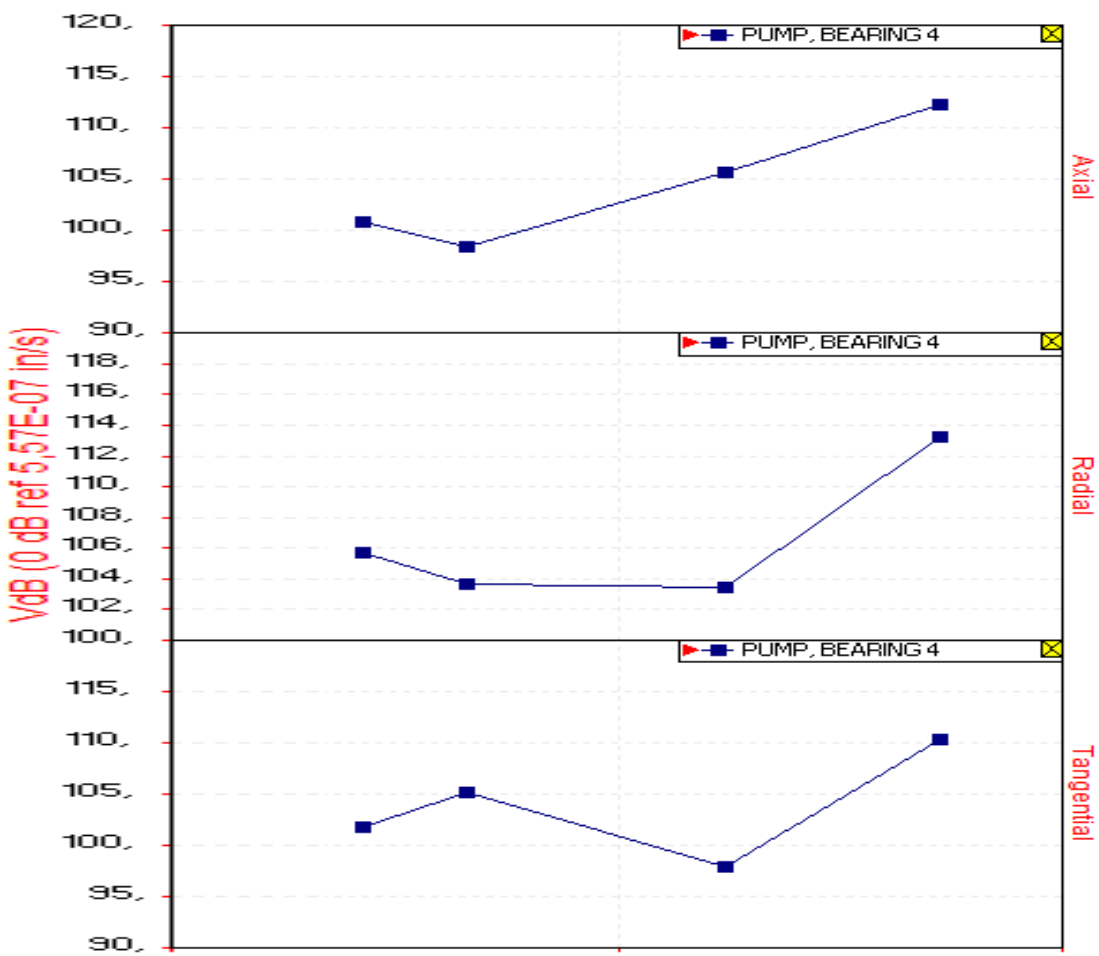
**Figura 5.16:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP4B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 3 observamos que existe un aumento de los niveles de vibración en los tres sentidos Axial, Radial y Tangencial.

5.4.2.4. Tendencias punto 4 del equipo PP4B

**PP4B**

09/02/2010	12/03/2010	21/05/2010	20/07/2010
100.89 VdB en 4A	98.41 VdB en 4A	105.65 VdB en 4A	112.29 VdB en 4A
105.72 VdB en 4R	103.70 VdB en 4R	103.40 VdB en 4R	113.30 VdB en 4R
101.71 VdB en 4T	105.10 VdB en 4T	97.96 VdB en 4T	110.27 VdB en 4T



**Figura 5.17:** Tendencias Punto 4 del Equipo PP4B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 4 observamos que existe aumento de los niveles de vibración en los tres sentidos Axial, Radial y Tangencial.

### 5.4.3. Tendencias Vibracional del Equipo PP8B

#### 5.4.3.1. Tendencias punto 1 del equipo PP8B

##### PP8B

09/02/2010	27/04/2010	20/07/2010	19/08/2010
97.92 VdB en 1A	107.93 VdB en 1A	104.11 VdB en 1A	95.66 VdB en 1A
96.62 VdB en 1R	108.98 VdB en 1R	100.57 VdB en 1R	95.05 VdB en 1R
100.71 VdB en 1T	102.05 VdB en 1T	105.40 VdB en 1T	105.96 VdB en 1T

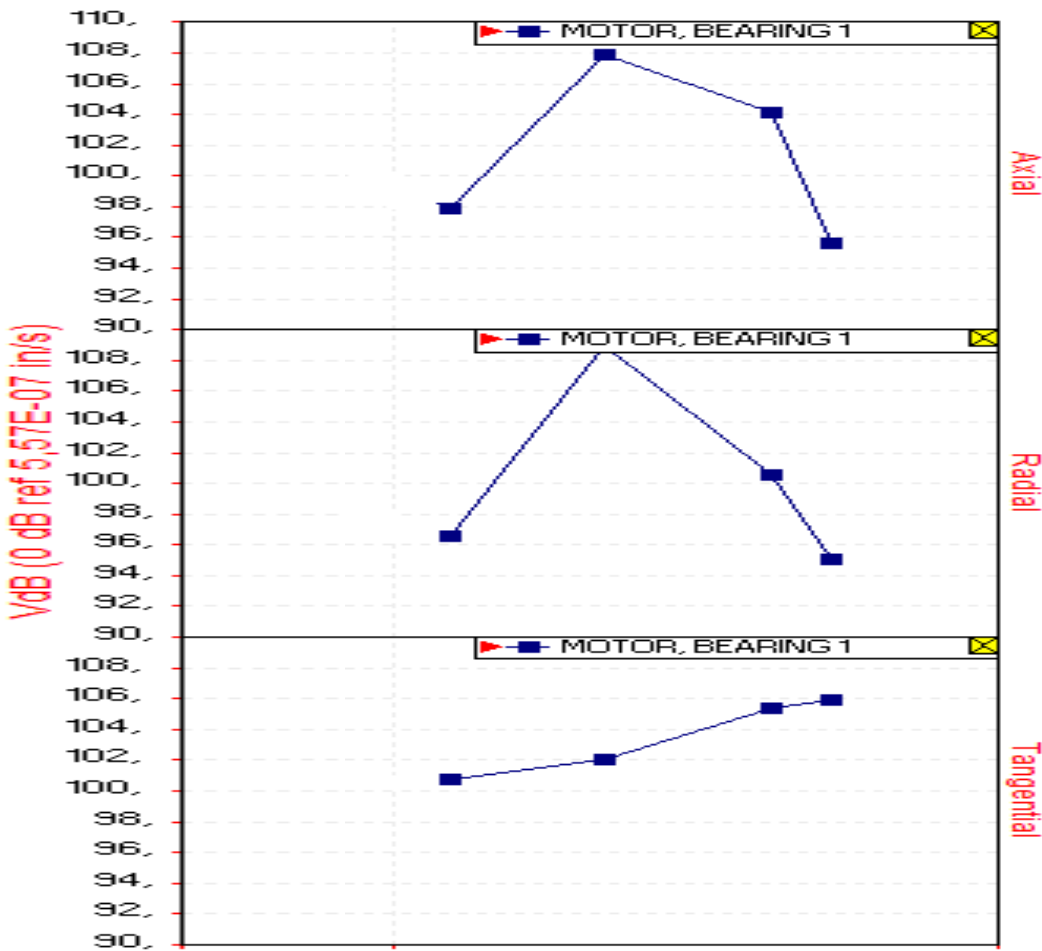


Figura 5.18: Tendencias Punto 1 del Equipo PP8B

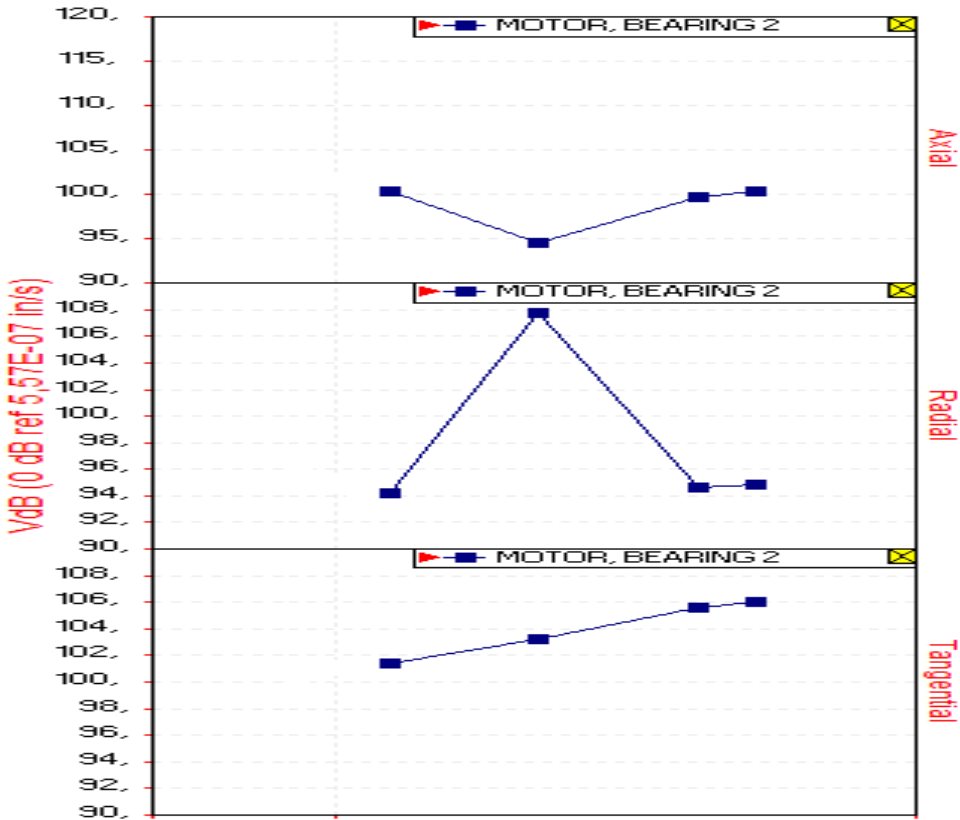
**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 1 observamos que existe una ligera disminución de los niveles de vibración en el sentido Axial y Radial pero antes hubo un gan incremento de los niveles de vibración al tomar la segunda medición.

En el sentido Tangencial existe un gran aumento de los niveles de vibración casi uniforme.

5.4.3.2. Tendencias punto 2 del equipo PP8B

**PP8B**

09/02/2010	27/04/2010	20/07/2010	19/08/2010
100.38 VdB en 2A	94.61 VdB en 2A	99.75 VdB en 2A	100.43 VdB en 2A
94.16 VdB en 2R	107.80 VdB en 2R	94.67 VdB en 2R	94.82 VdB en 2R
101.45 VdB en 2T	103.24 VdB en 2T	105.64 VdB en 2T	105.98 VdB en 2T



**Figura 5.19:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP8B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 2 observamos que se mantienen los niveles de vibración en el sentido Axial pero antes existe una disminución de vibraciones en el momento de la segunda medición.

En el sentido Radial existe una tendencia de mantenerse los niveles de vibración pero en la segunda medición indican un gran incremento de estos niveles vibracionales.

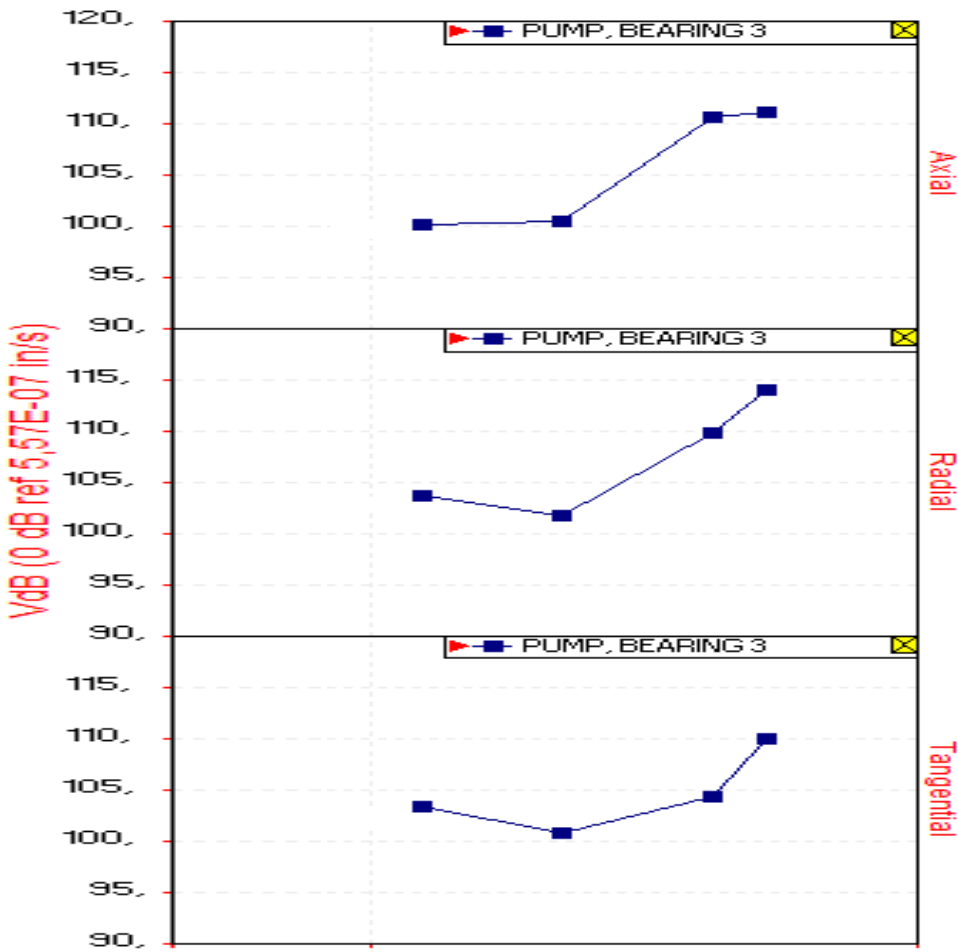
Mientras que en el sentido Tangencial tiene un gran aumento de los niveles de vibración de manera casi uniforme.



5.4.3.3. Tendencias punto 3 del equipo PP8B

**PP8B**

09/02/2010	27/04/2010	20/07/2010	19/08/2010
100.17 VdB en 3A	100.45 VdB en 3A	110.76 VdB en 3A	111.11 VdB en 3A
103.76 VdB en 3R	101.79 VdB en 3R	109.87 VdB en 3R	114.10 VdB en 3R
103.35 VdB en 3T	100.79 VdB en 3T	104.42 VdB en 3T	109.99 VdB en 3T



**Figura 5.20:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP8B

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 3 observamos que existe un gran aumento de los niveles de vibración en los tres sentidos Axial, Radial y Tangencial; en todos la sentidos las curvas tienen un similitud.

5.4.4. Tendencias Vibracional del Equipo PP1A

5.4.4.1. Tendencias punto 1 del equipo PP1A

**PP1A**

12/03/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
100.22 VdB en 1A	99.86 VdB en 1A	100.08 VdB en 1A	103.41 VdB en 1A
99.33 VdB en 1R	99.29 VdB en 1R	99.13 VdB en 1R	101.02 VdB en 1R
108.69 VdB en 1T	108.43 VdB en 1T	108.42 VdB en 1T	102.76 VdB en 1T

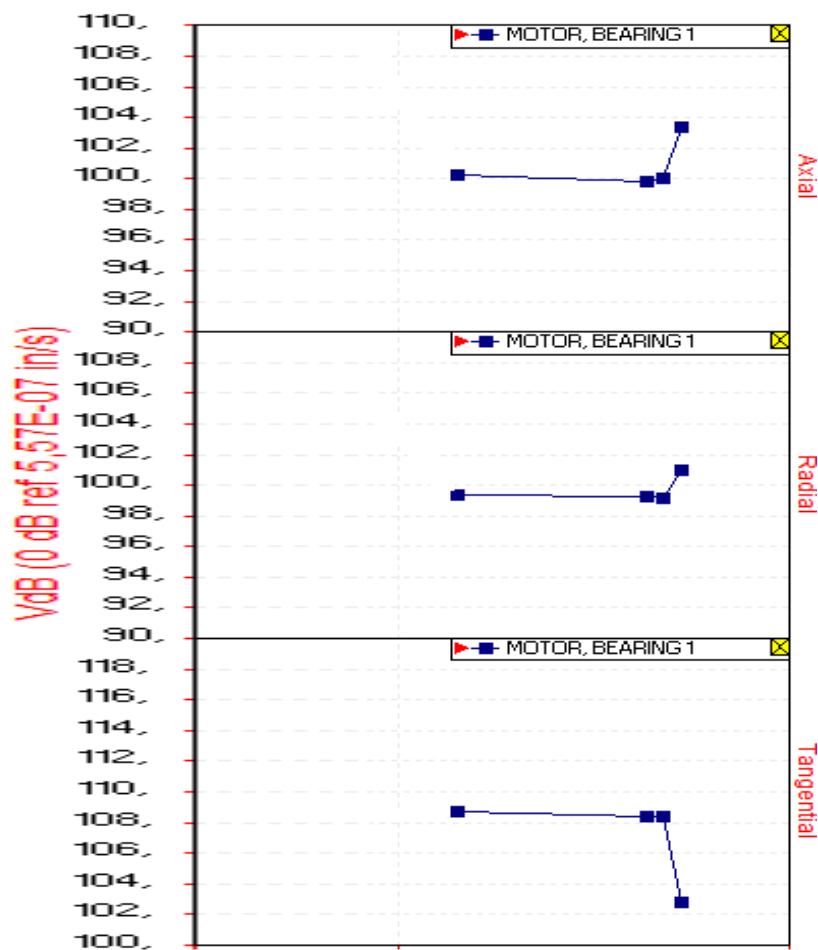


Figura 5.21: Tendencias Punto 1 del Equipo PP1A

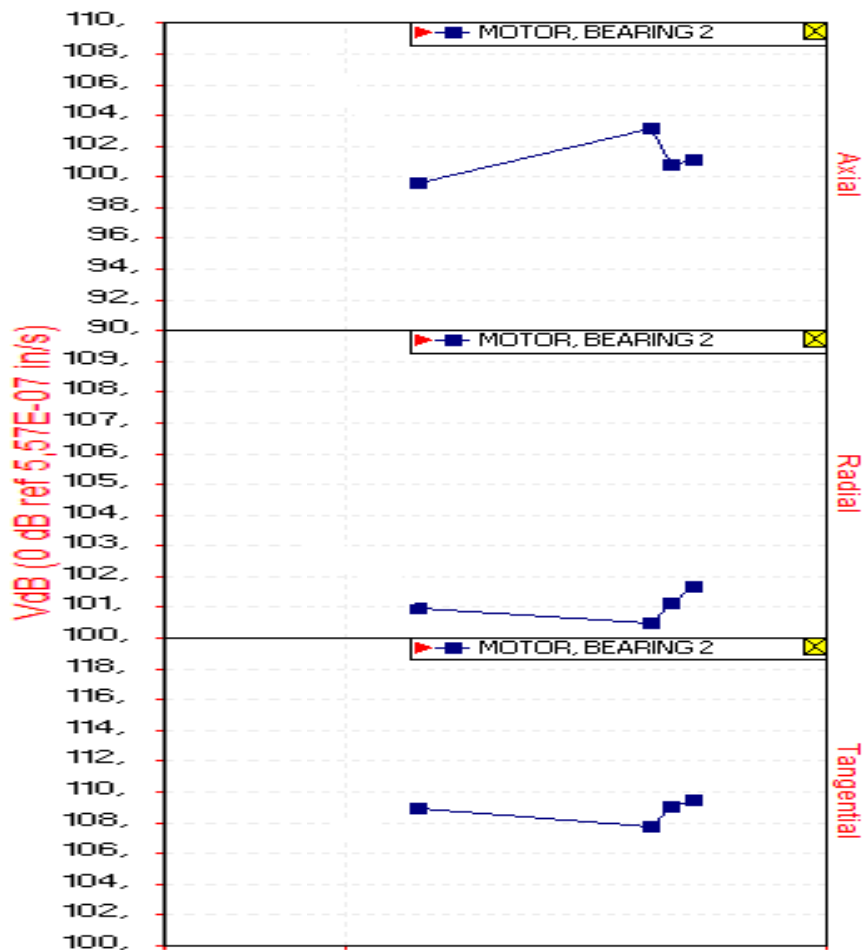
**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 1 observamos que existe aumento de los niveles de vibración en los sentidos Axial y Radial.

En el sentido Tangencial disminuye considerablemente los niveles de vibración.

5.4.4.2. Tendencias punto 2 del equipo PP1A

**PP1A**

12/03/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
99.64 VdB en 2A	103.12 VdB en 2A	100.78 VdB en 2A	101.08 VdB en 2A
100.96 VdB en 2R	100.48 VdB en 2R	101.14 VdB en 2R	101.68 VdB en 2R
108.91 VdB en 2T	107.73 VdB en 2T	109.01 VdB en 2T	109.45 VdB en 2T



**Figura 5.22:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP1A

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 2 observamos que existe una ligera disminución de los niveles de vibración en el sentido Axial.

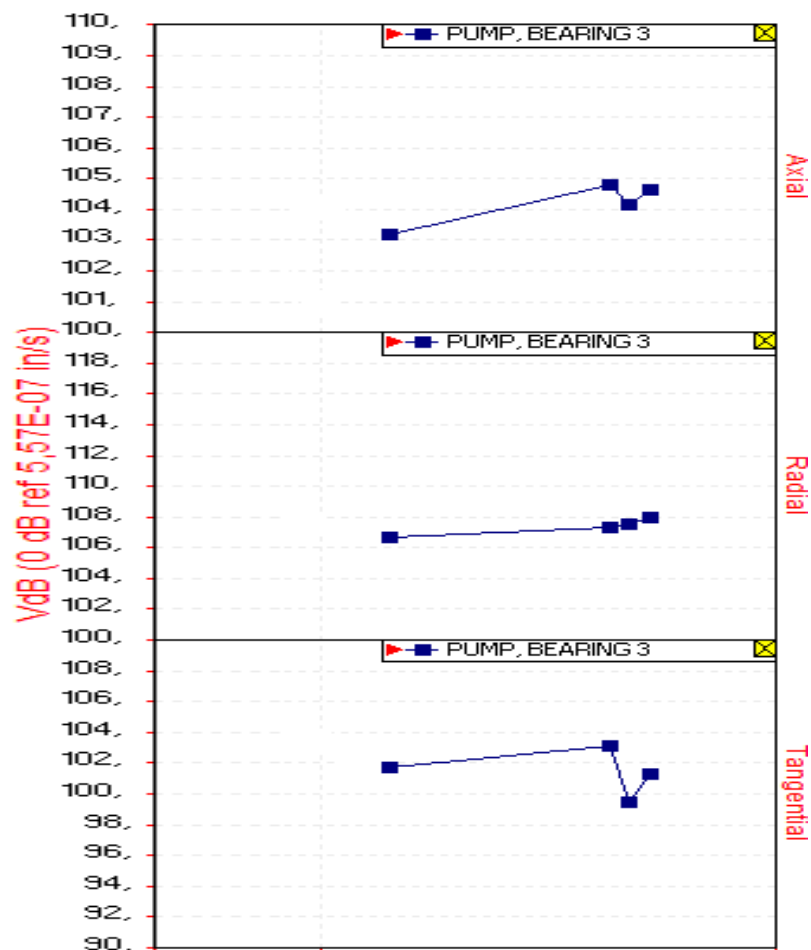
En el sentido Radial existe un ligero aumento de los niveles de vibración.

Mientras que en el sentido Tangencial tiene un gran aumento de los niveles de vibración.

5.4.4.3. Tendencias punto 3 del equipo PP1A

**PP1A**

12/03/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
103.16 VdB en 3A	104.80 VdB en 3A	104.17 VdB en 3A	104.65 VdB en 3A
106.63 VdB en 3R	107.38 VdB en 3R	107.51 VdB en 3R	107.92 VdB en 3R
101.77 VdB en 3T	103.13 VdB en 3T	99.46 VdB en 3T	101.34 VdB en 3T



**Figura 5.23:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP1A

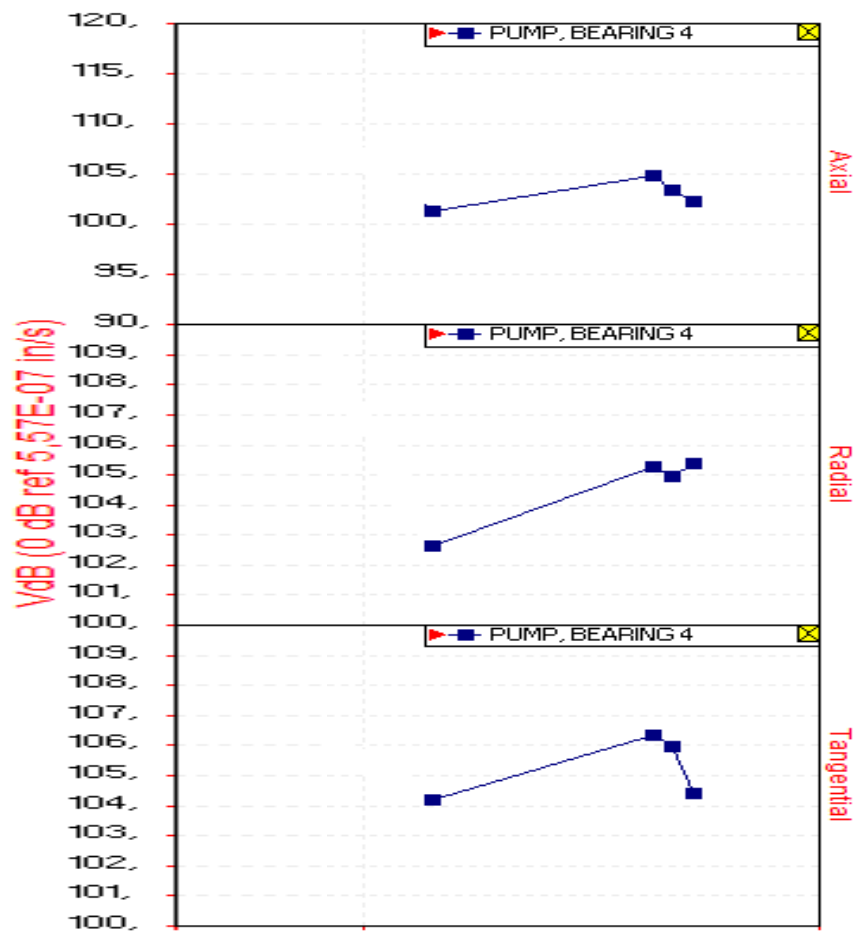
**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 3 observamos que tenemos aumento en los niveles de vibración en los sentidos Axial y Radial.

Mientras que en el sentido Tangencial las tendencias vibracionales están aumentando y disminuyendo pero tiende a mantenerse los niveles de vibración.

5.4.4.4. Tendencias punto 4 del equipo PP1A

**PP1A**

12/03/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
101.34 VdB en 4A	104.80 VdB en 4A	103.49 VdB en 4A	102.35 VdB en 4A
102.66 VdB en 4R	105.28 VdB en 4R	104.96 VdB en 4R	105.38 VdB en 4R
104.19 VdB en 4T	106.37 VdB en 4T	105.95 VdB en 4T	104.40 VdB en 4T



**Figura 5.24:** Tendencias Punto 4 del Equipo PP1A

**ANÁLISIS:** Según la gráfica en el punto 4 tenemos una tendencia a mantenerse los niveles de vibración después de un ligero aumento de estos rangos esto en los sentidos Axial y Tangencial. Mientras que en el sentido Radial las niveles de vibración tiene un considerable aumento de los niveles de vibracionales.

### 5.4.5. Tendencias Vibracional del Equipo PP4A

#### 5.4.5.1. Tendencias punto 1 del equipo PP4A

##### PP4A

27/04/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
105.64 VdB en 1A	111.90 VdB en 1A	119.72 VdB en 1A	104.36 VdB en 1A
100.47 VdB en 1R	98.80 VdB en 1R	116.86 VdB en 1R	99.75 VdB en 1R
104.56 VdB en 1T	112.51 VdB en 1T	107.81 VdB en 1T	119.77 VdB en 1T

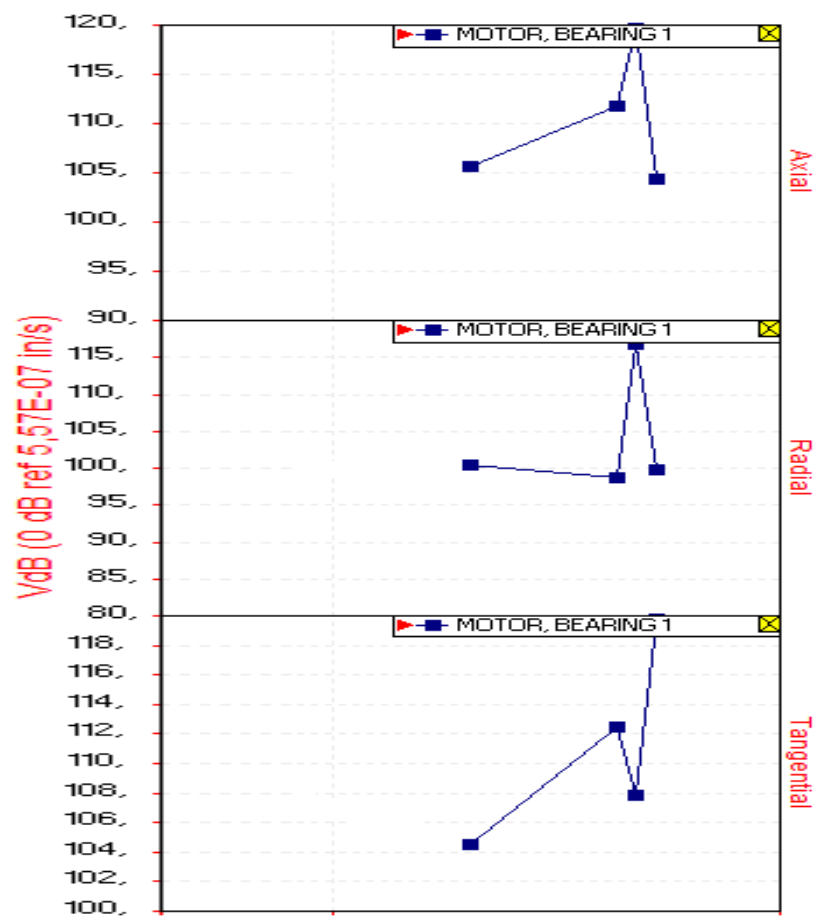


Figura 5.25: Tendencias Punto 1 del Equipo PP4A

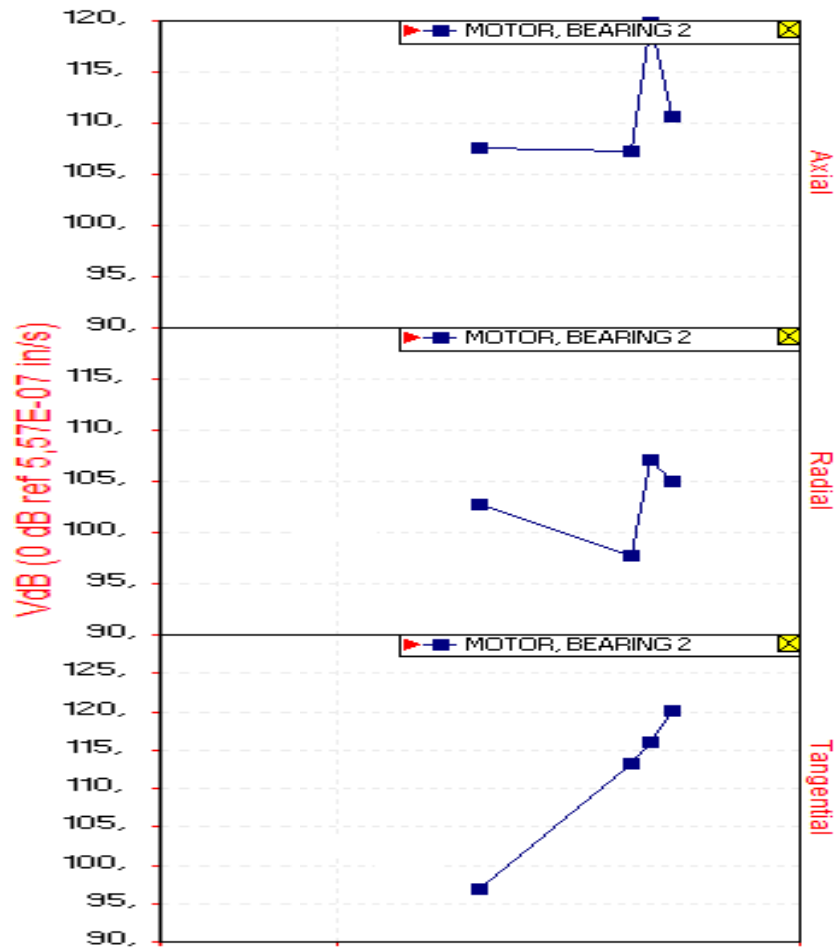
**ANÁLISIS:** Según la gráfica en el punto 1 tenemos tendencias a mantenerse los niveles de vibración luego de un gran incremento de estos niveles, esto en los sentidos Axial y Radial.

Mientras que en el sentido Tangencial existe un gran aumento de los niveles de vibración pero antes de llegar a su nivel máximo es muy inestable la tendencia.

#### 5.4.5.2. Tendencias punto 2 del equipo PP4A

##### PP4A

27/04/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
107.56 VdB en 2A	107.23 VdB en 2A	119.82 VdB en 2A	110.64 VdB en 2A
102.80 VdB en 2R	97.71 VdB en 2R	107.05 VdB en 2R	104.96 VdB en 2R
96.84 VdB en 2T	113.20 VdB en 2T	116.10 VdB en 2T	120.23 VdB en 2T



**Figura 5.26:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP4A

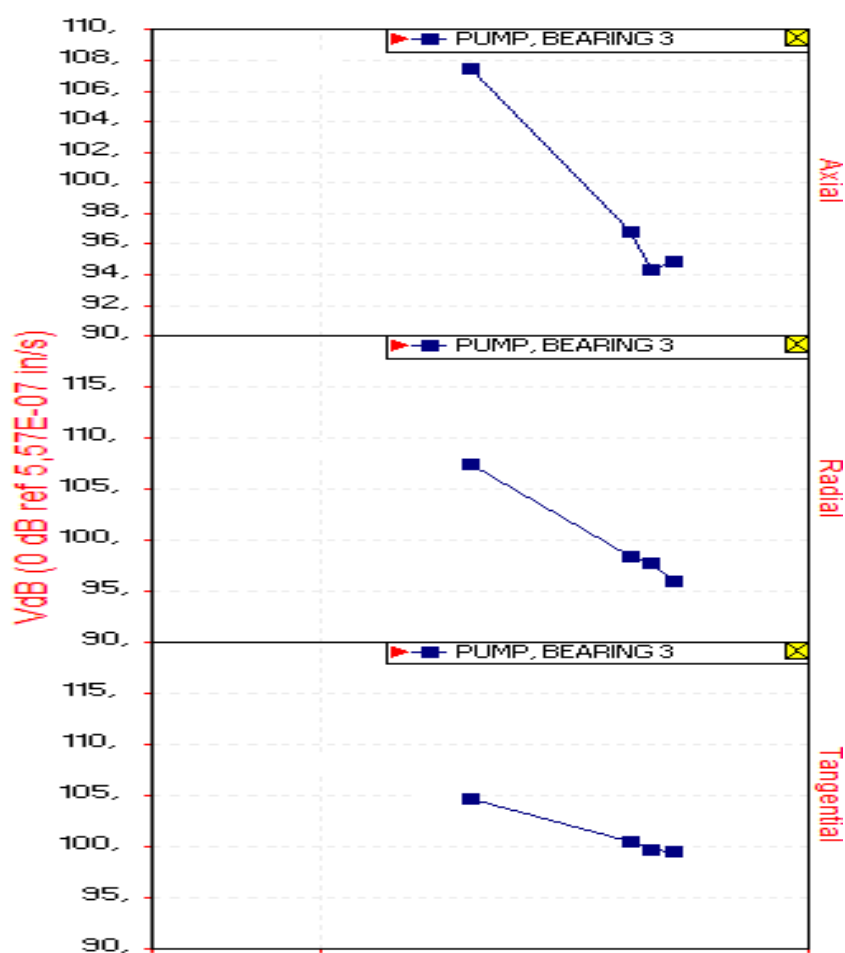
**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 2 existe un ligero aumento de los niveles de vibración luego de ser muy irregulares las tendencias esto en el sentido Axial y Radial.

Mientras que en el sentido Tangencial tiene un gran aumento de los niveles de vibración en sentido muy uniforme.

### 5.4.5.3. Tendencias punto 3 del equipo PP4A

#### PP4A

27/04/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
107.43 VdB en 3A	96.81 VdB en 3ª	94.35 VdB en 3A	94.81 VdB en 3A
107.41 VdB en 3R	98.46 VdB en 3R	97.81 VdB en 3R	95.98 VdB en 3R
104.68 VdB en 3T	100.44 VdB en 3T	99.70 VdB en 3T	99.59 VdB en 3T



**Figura 5.27:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP4A

**ANÁLISIS:** Según la gráfica de tendencias en el punto 3 tenemos una notoria disminución de los niveles de vibración en los tres sentidos de medición Axial, Radial y Tangencial.

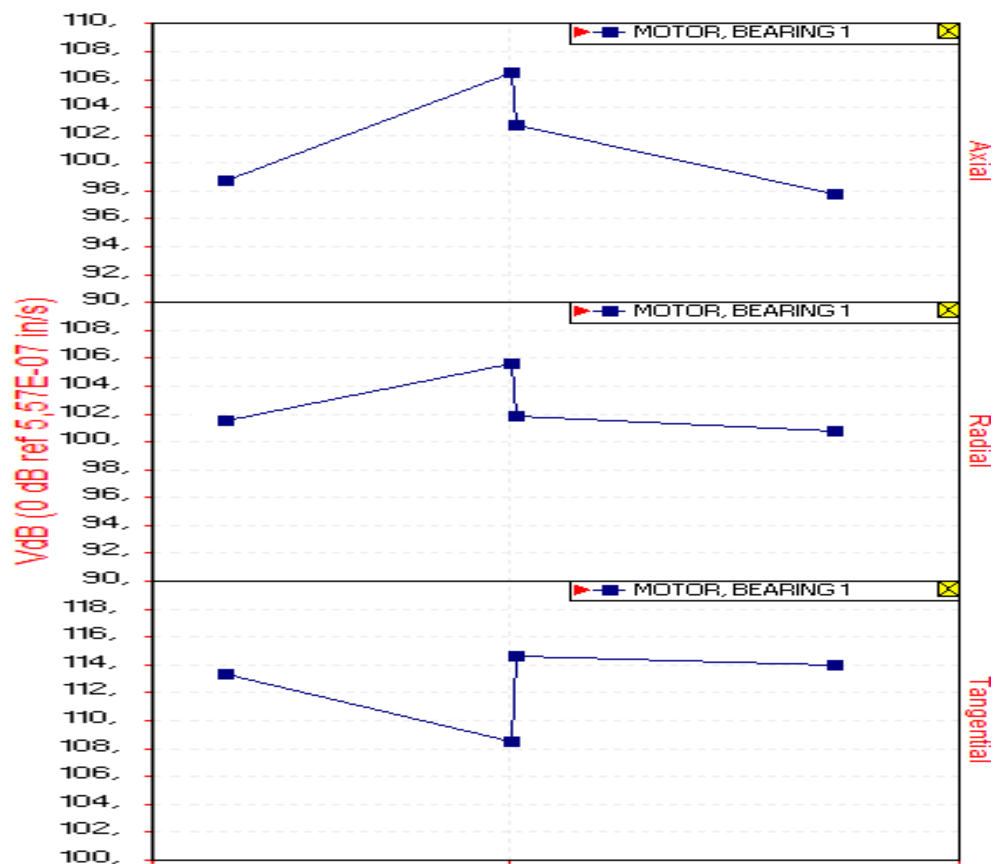


### 5.4.6. Tendencias Vibracional del Equipo PP1B

#### 5.4.6.1. Tendencias punto 1 del equipo PP1B

##### PP1B

09/02/2010	26/04/2010	27/04/2010	20/07/2010
98.74 VdB en 1A	106.53 VdB en 1A	102.69 VdB en 1A	97.74 VdB en 1A
101.53 VdB en 1R	105.62 VdB en 1R	101.81 VdB en 1R	100.74 VdB en 1R
113.31 VdB en 1T	108.51 VdB en 1T	114.69 VdB en 1T	113.94 VdB en 1T



**Figura 5.28:** Tendencias Punto 1 del Equipo PP1B

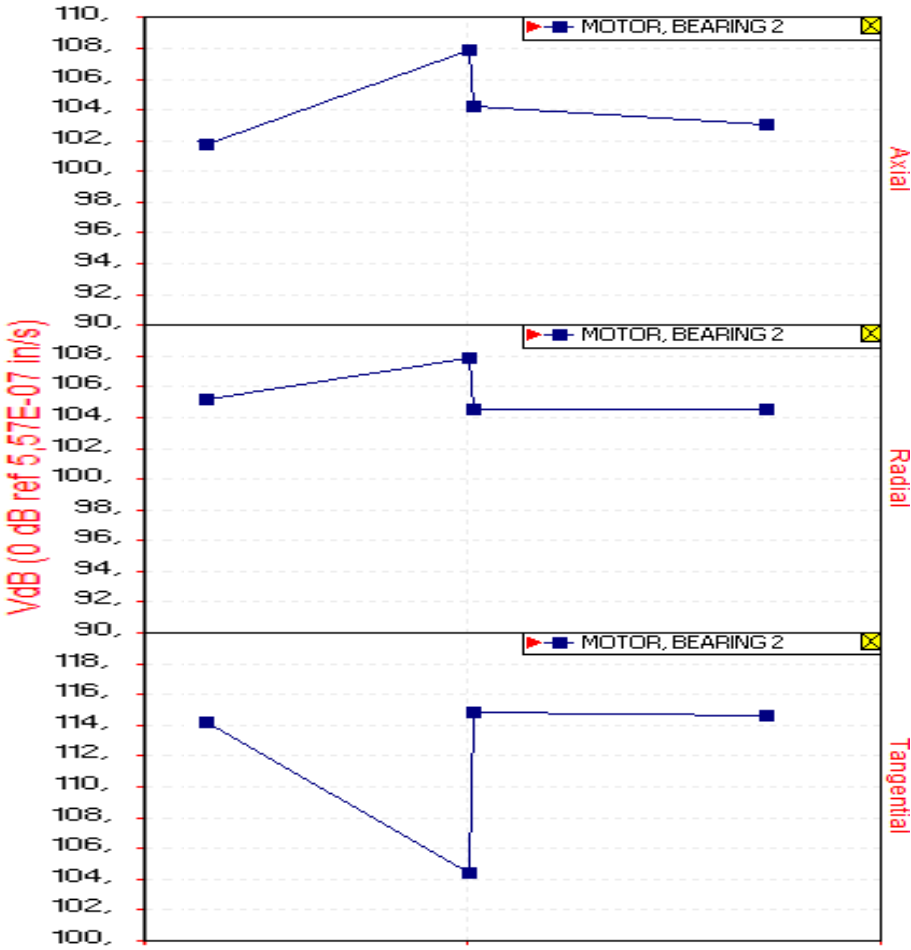
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 1 tenemos una ligera disminución de los niveles de vibración en los sentidos Axial y Radial pero antes se incremento notablemente los niveles.

Mientras que en el sentido Tangencial tenemos aumento de los niveles de vibración pero las tendencias son muy irregulares.

5.4.6.2. Tendencias punto 2 del equipo PP1B

**PP1B**

09/02/2010	26/04/2010	27/04/2010	20/07/2010
101.76 VdB en 2A	107.84 VdB en 2A	104.24 VdB en 2A	103.03 VdB en 2A
105.18 VdB en 2R	107.83 VdB en 2R	104.55 VdB en 2R	104.48 VdB en 2R
114.16 VdB en 2T	104.39 VdB en 2T	114.88 VdB en 2T	114.63 VdB en 2T



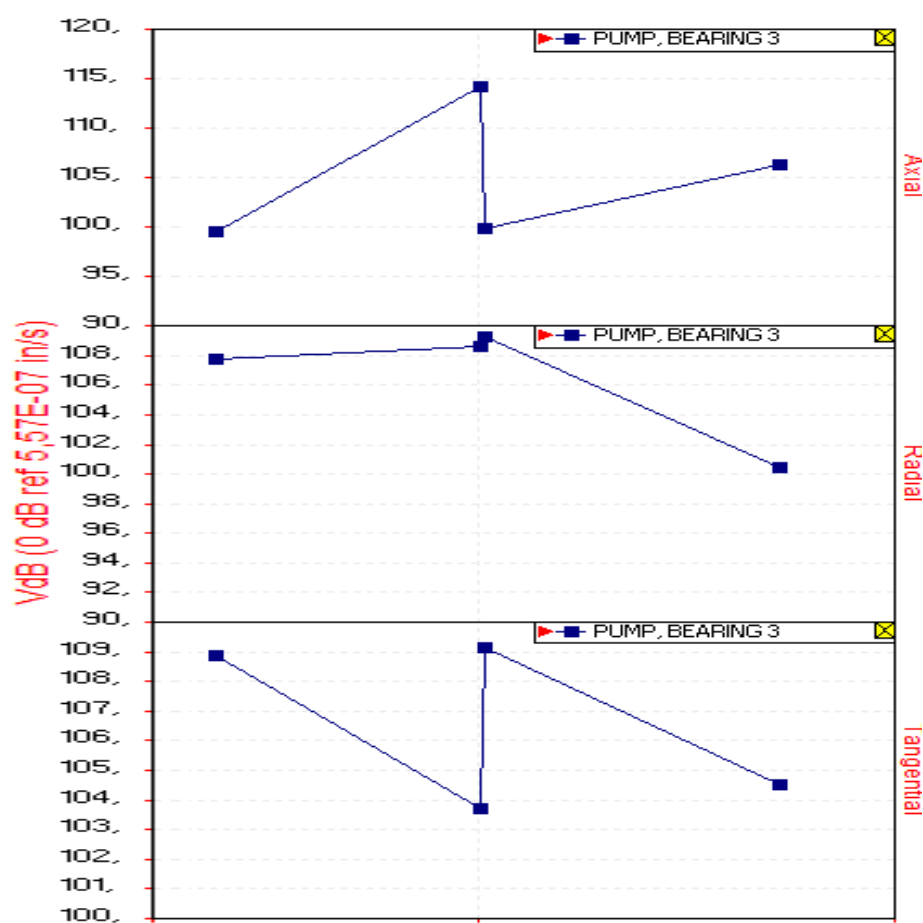
**Figura 5.29:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP1B

**ANÁLISIS:** En esta gráfica de tendencias del punto 2 tenemos una igualdad de los niveles de vibración iniciales y finales pero en el transcurso de las tendencias éstas varían notoriamente ya sea umentando o disminuyendo estos niveles de vibración.

### 5.4.6.3. Tendencias punto 3 del equipo PP1B

#### PP1B

09/02/2010	26/04/2010	27/04/2010	20/07/2010
99.57 VdB en 3A	114.21 VdB en 3A	99.86 VdB en 3A	106.27 VdB en 3A
107.79 VdB en 3R	108.66 VdB en 3R	109.27 VdB en 3R	100.42 VdB en 3R
108.88 VdB en 3T	103.70 VdB en 3T	109.14 VdB en 3T	104.53 VdB en 3T



**Figura 5.30:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP1B

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 3 existe aumento y disminución de los niveles de vibración para terminar en niveles más altos que su inicial para el sentido Axial.

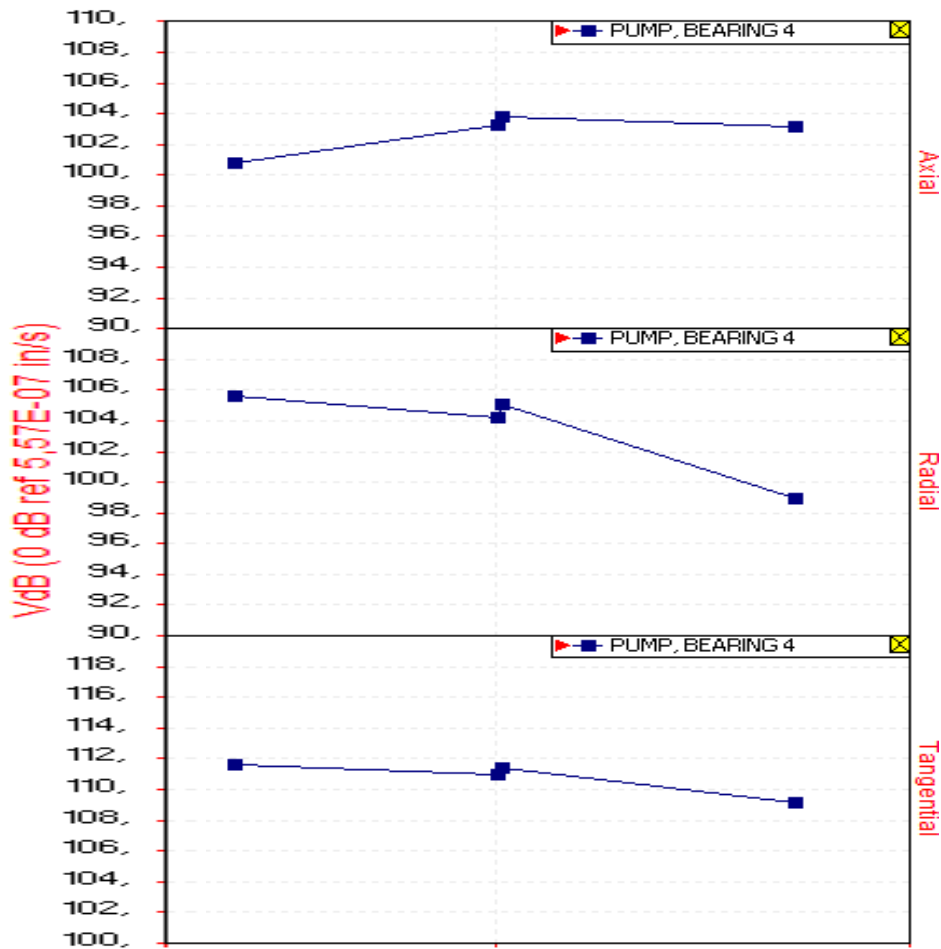
En el sentido Radial tenemos una notoria disminución de estos niveles vibracionales.

Mientras que en el sentido Tangencial las tendencias son muy irregulares pero termina muy por debajo de los niveles iniciales.

5.4.6.4. Tendencias punto 4 del equipo PP1B

**PP1B**

09/02/2010	26/04/2010	27/04/2010	20/07/2010
100.82 VdB en 4A	103.28 VdB en 4A	103.79 VdB en 4A	103.14 VdB en 4A
105.57 VdB en 4R	104.25 VdB en 4R	105.08 VdB en 4R	98.98 VdB en 4R
111.63 VdB en 4T	110.96 VdB en 4T	111.40 VdB en 4T	109.16 VdB en 4T



**Figura 5.31:** Tendencias Punto 4 del Equipo PP1B

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 4 tenemos un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentido Axial.

Mientras que en los sentidos Radial y Tangencial tenemos disminución de los niveles de vibración.

### 5.4.7. Tendencias Vibracional del Equipo PP5A

#### 5.4.7.1. Tendencias punto 1 del equipo PP5A

##### PP5A

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
112.66 VdB en 1A	105.84 VdB en 1A	114.97 VdB en 1A	106.72 VdB en 1A
102.57 VdB en 1R	106.18 VdB en 1R	107.59 VdB en 1R	103.47 VdB en 1R
108.31 VdB en 1T	112.76 VdB en 1T	107.06 VdB en 1T	108.59 VdB en 1T

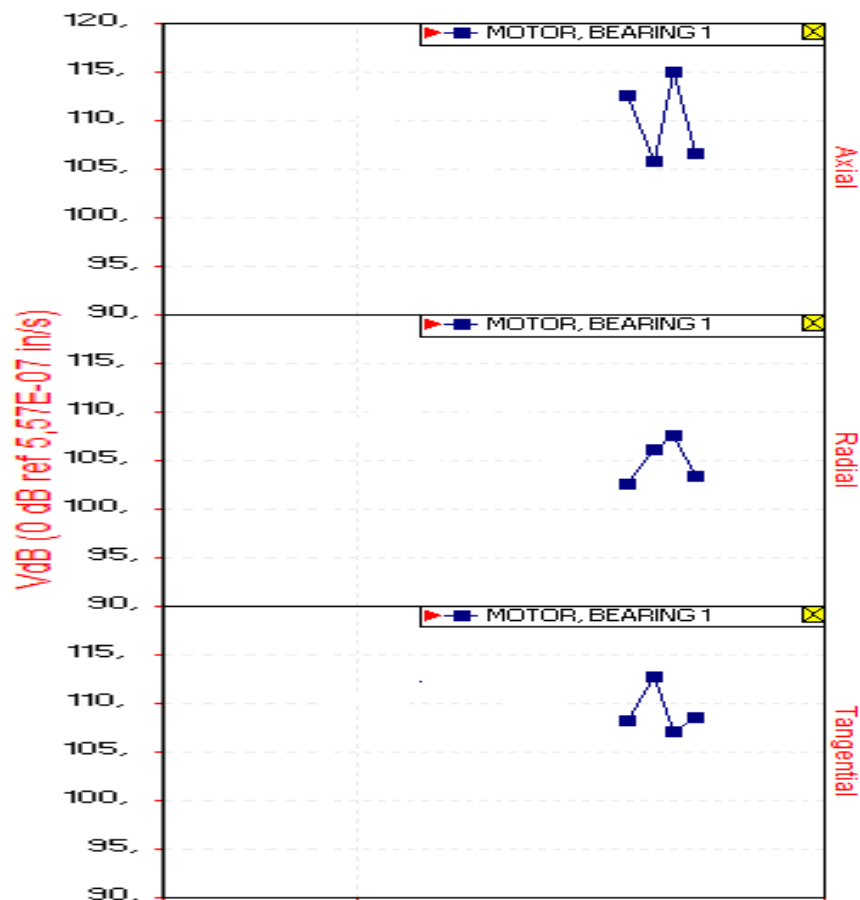


Figura 5.32: Tendencias Punto 1 del Equipo PP5A

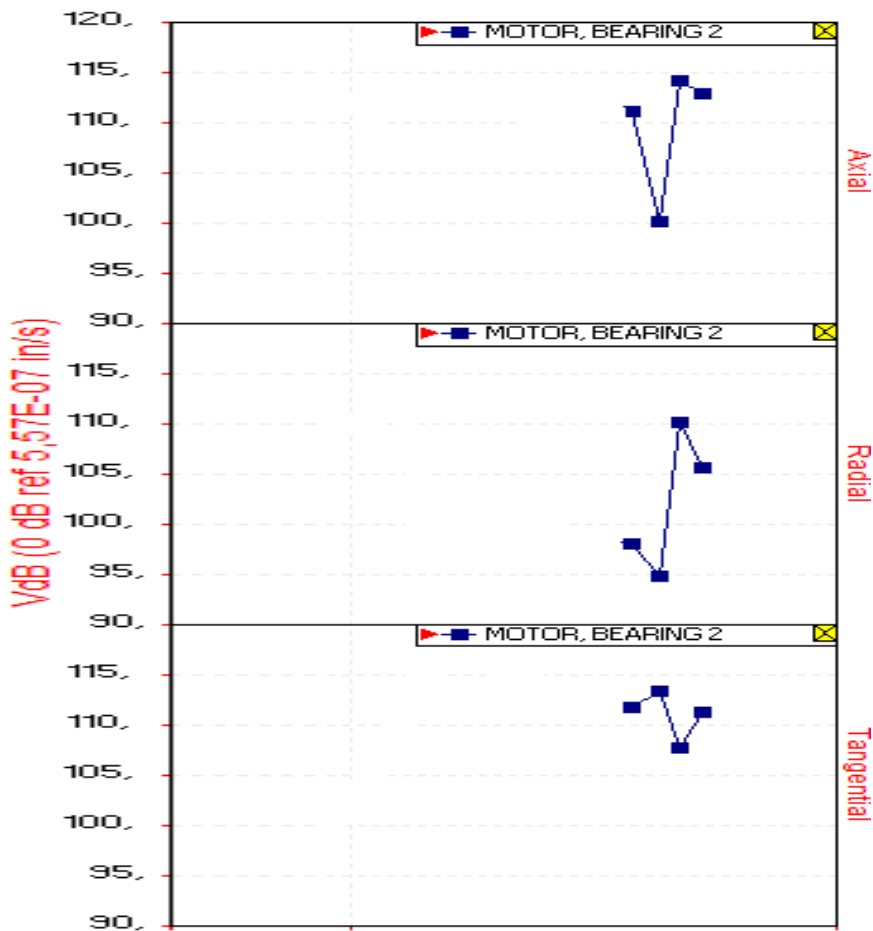
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 1 tenemos disminución de los niveles de vibración pero antes éstos varían aumentando o disminuyendo estos niveles en el sentido Axial.

Mientras que en los sentidos Radial y Tangencial tenemos un aumento de los niveles de vibración para luego nivelarse a los datos iniciales.

**5.4.7.2. Tendencias punto 2 del equipo PP5A**

**PP5A**

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
111.15 VdB en 2A	100.23 VdB en 2A	114.20 VdB en 2A	112.95 VdB en 2A
98.04 VdB en 2R	94.91 VdB en 2R	110.14 VdB en 2R	105.63 VdB en 2R
111.73 VdB en 2T	113.39 VdB en 2T	107.78 VdB en 2T	111.38 VdB en 2T



**Figura 5.33: Tendencias Punto 2 del Equipo PP5A**

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 2 tenemos un ligero aumento de los niveles de vibración pero tenemos altos y bajos en estos niveles en el sentidos Axial.

En el sentido Radial tenemos un notorio aumento de los niveles de vibración.

Mientras que en el sentido Tangencial se mantienen los niveles de vibración pero las tendencias son muy irregulares.

### 5.4.7.3. Tendencias punto 3 del equipo PP5A

#### PP5A

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
106.22 VdB en 3A	105.55 VdB en 3A	102.95 VdB en 3A	104.45 VdB en 3A
108.41 VdB en 3R	108.30 VdB en 3R	102.72 VdB en 3R	104.39 VdB en 3R
113.04 VdB en 3T	113.23 VdB en 3T	111.13 VdB en 3T	107.35 VdB en 3T

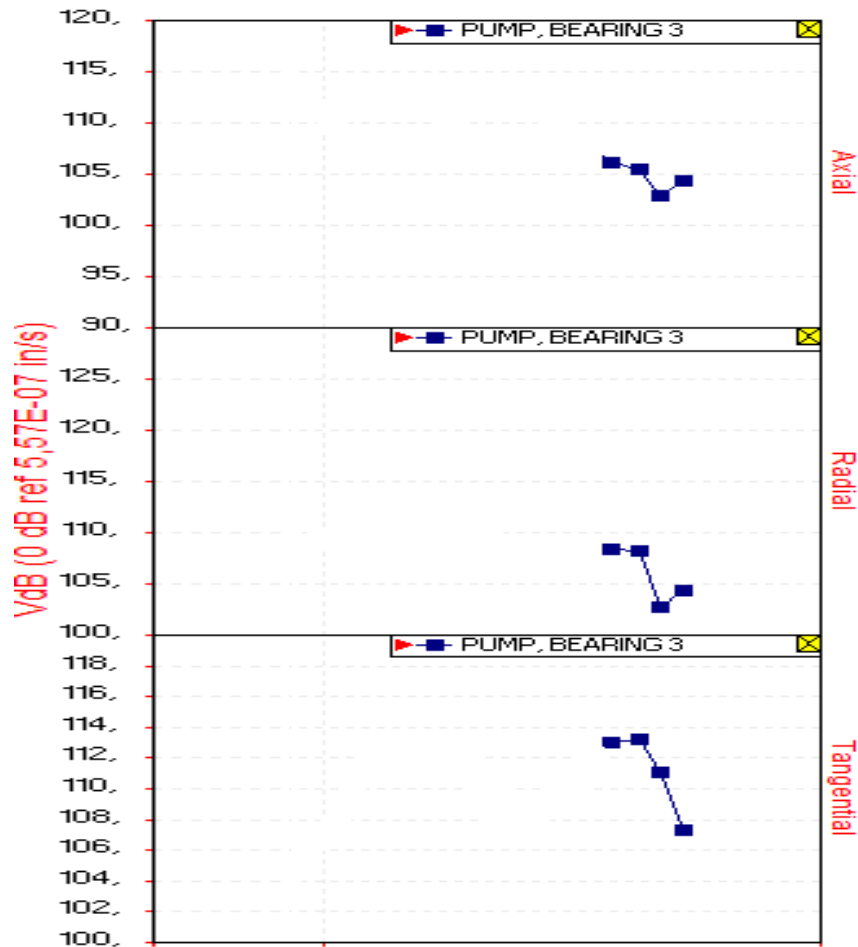


Figura 5.34: Tendencias Punto 3 del Equipo PP5A

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 3 tenemos una ligera disminución de los niveles de vibración en el sentidos Axial.

En el sentido Radial tenemos disminución de los niveles de vibración.

Mientras que en el sentido Radial y Tangencial los niveles de vibración disminuyen notablemente.

### 5.4.8. Tendencias Vibracional del Equipo PP2A

#### 5.4.8.1. Tendencias punto 1 del equipo PP2A

##### PP2A

11/17/2009	2/9/2010	3/12/2010	5/21/2010
118.15 VdB en 1A	125.40 VdB en 1A	117.27 VdB en 1A	111.12 VdB en 1A
113.17 VdB en 1R	116.36 VdB en 1R	111.28 VdB en 1R	107.00 VdB en 1R
119.95 VdB en 1T	118.99 VdB en 1T	119.78 VdB en 1T	114.30 VdB en 1T

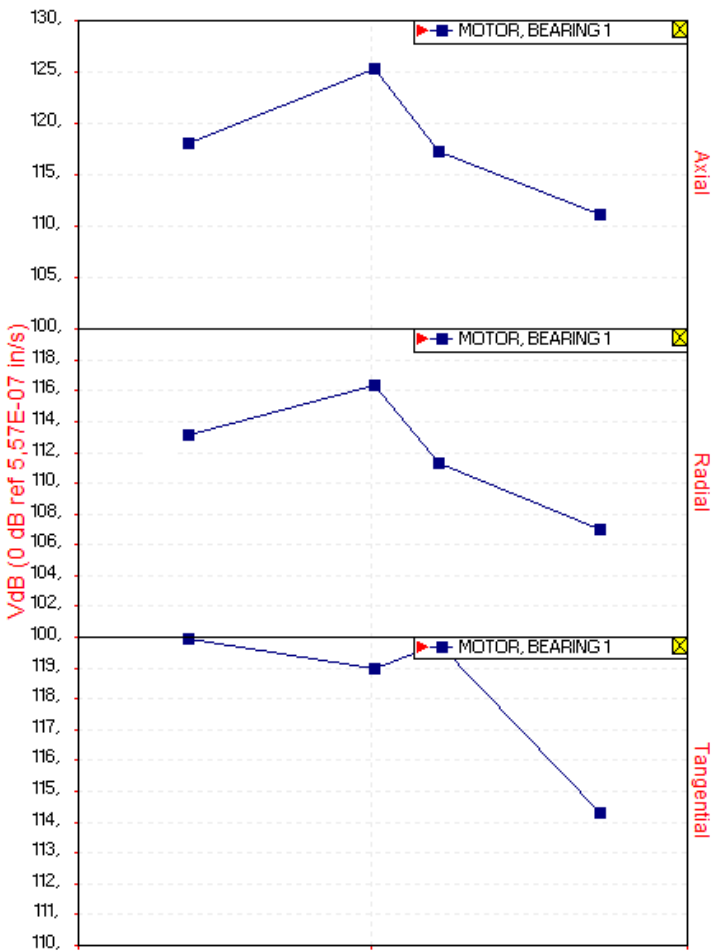


Figura 5.35: Tendencias Punto 1 del Equipo PP2A

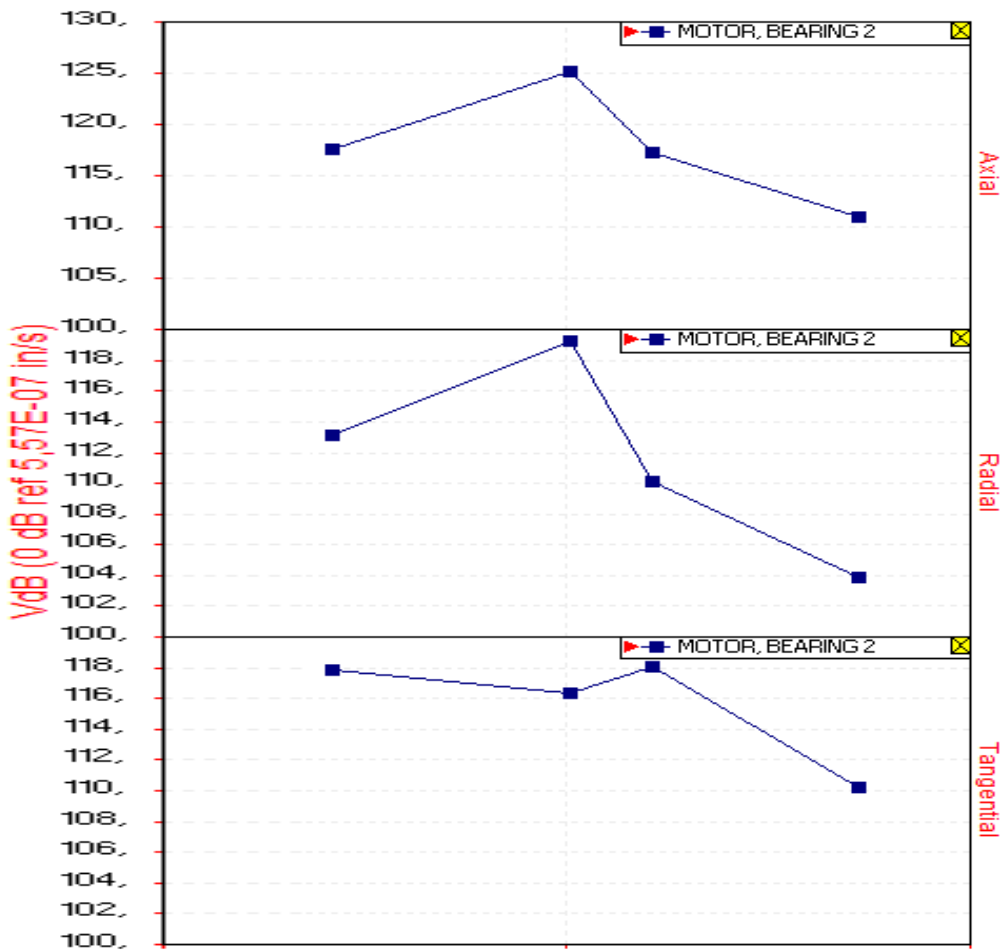
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 1 tenemos disminución de los niveles de vibración pero tenemos altos y bajos en estos niveles en los sentidos Axial, Radial y Tangencial.



5.4.8.2. Tendencias punto 2 del equipo PP2A

**PP2A**

11/17/2009	2/9/2010	3/12/2010	5/21/2010
117.59 VdB en 2A	125.23 VdB en 2A	117.34 VdB en 2A	111.00 VdB en 2A
113.10 VdB en 2R	119.31 VdB en 2R	110.09 VdB en 2R	103.93 VdB en 2R
117.91 VdB en 2T	116.39 VdB en 2T	118.02 VdB en 2T	110.24 VdB en 2T



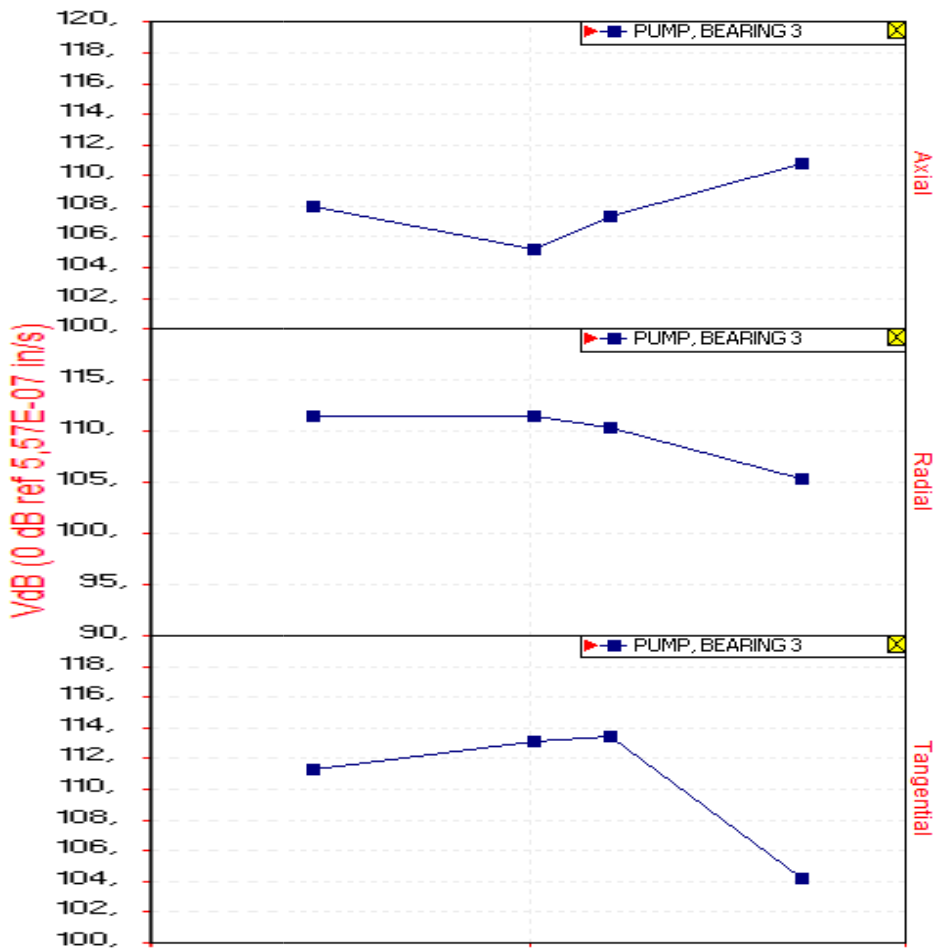
**Figura 5.36:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP2A

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 2 tenemos disminución de los niveles de vibración pero tenemos altos y bajos en estos niveles en los sentidos Axial, Radial y Tangencial.

5.4.8.3. Tendencias punto 3 del equipo PP2A

**PP2A**

11/17/2009	2/9/2010	3/12/2010	5/21/2010
107.98 VdB en 3A	105.15 VdB en 3A	107.31 VdB en 3A	110.81 VdB en 3A
111.50 VdB en 3R	111.56 VdB en 3R	110.39 VdB en 3R	105.33 VdB en 3R
111.32 VdB en 3T	113.16 VdB en 3T	113.42 VdB en 3T	104.21 VdB en 3T



**Figura 5.37:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP2A

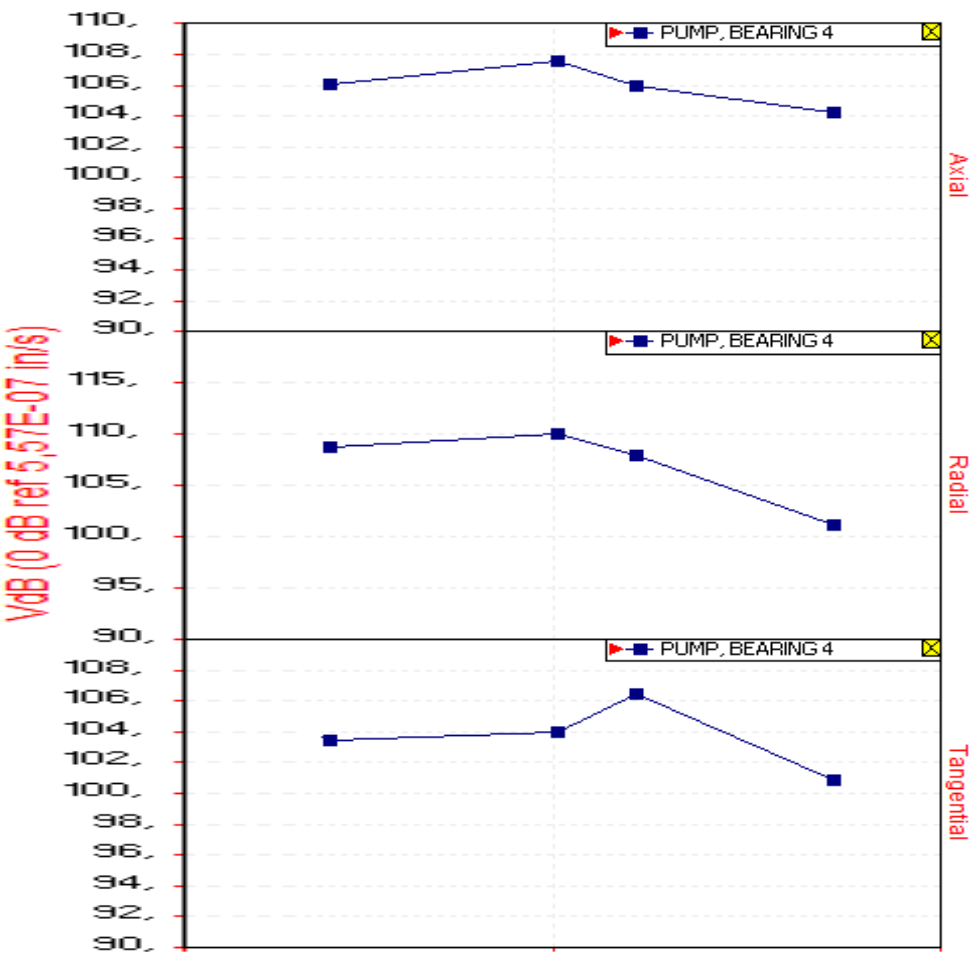
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 3 tenemos un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentidos Axial.

Mientras que en los sentidos Radial y Tangencial tenemos una notoria disminución de los niveles de vibración.

5.4.8.4. Tendencias punto 4 del equipo PP2A

**PP2A**

11/17/2009	2/9/2010	3/12/2010	5/21/2010
106.01 VdB en 4A	107.60 VdB en 4A	105.99 VdB en 4A	104.23 VdB en 4A
108.70 VdB en 4R	110.01 VdB en 4R	108.00 VdB en 4R	101.18 VdB en 4R
103.49 VdB en 4T	103.97 VdB en 4T	106.49 VdB en 4T	100.85 VdB en 4T



**Figura 5.38:** Tendencias Punto 4 del Equipo PP2A

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 4 tenemos disminución de los niveles de vibración en los sentidos Axial, Radial y Tangencial.

### 5.4.9. Tendencias Vibracional del Equipo PP2B

#### 5.4.9.1. Tendencias punto 1 del equipo PP2B

##### PP2B

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
107.61 VdB en 1A	121.36 VdB en 1A	112.86 VdB en 1A	109.12 VdB en 1A
103.07 VdB en 1R	105.05 VdB en 1R	119.29 VdB en 1R	116.19 VdB en 1R
117.77 VdB en 1T	120.91 VdB en 1T	116.05 VdB en 1T	122.17 VdB en 1T

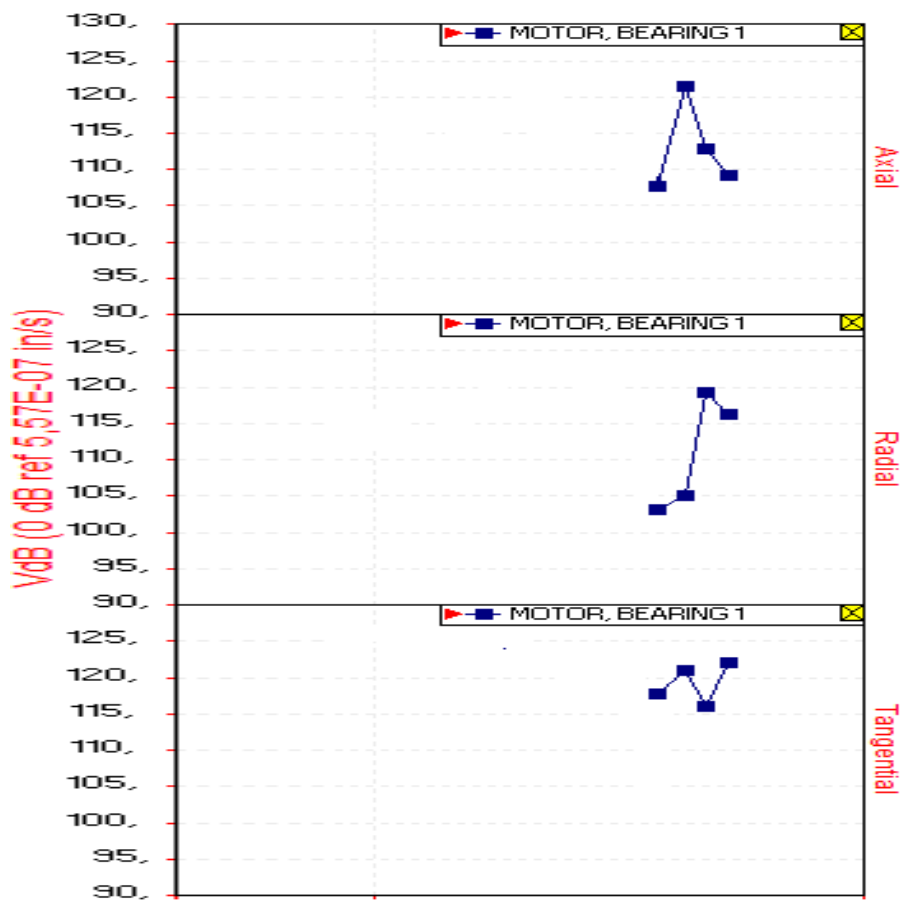


Figura 5.39: Tendencias Punto 1 del Equipo PP2B

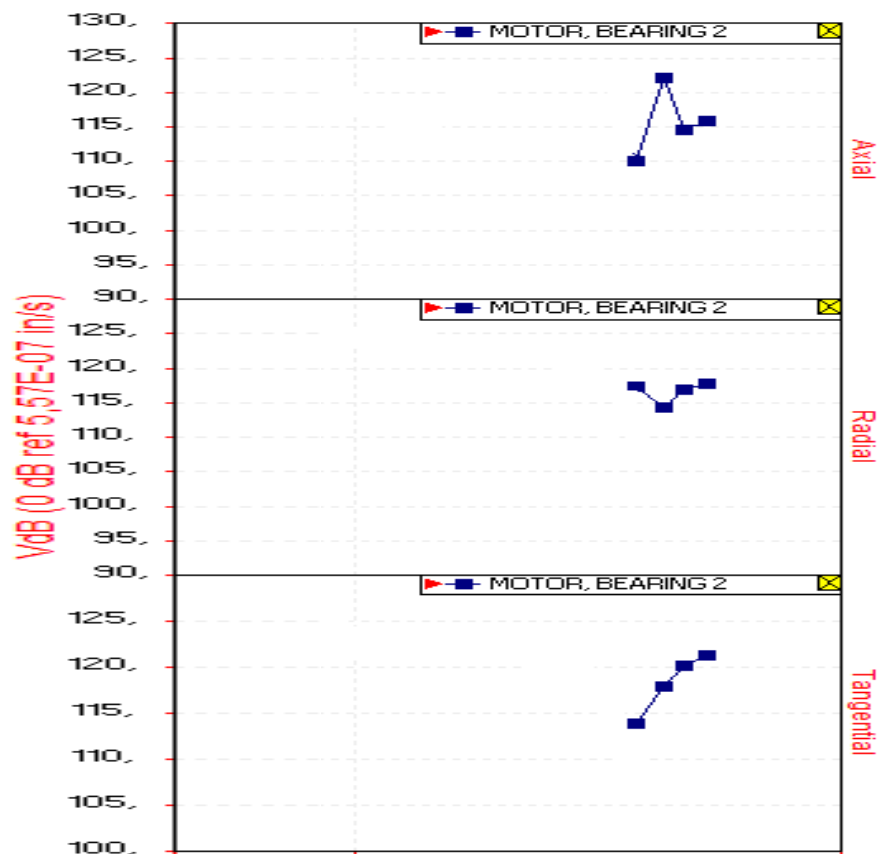
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 1 tenemos un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentidos Axial y Tangencial pero tomando como referencia la primera medición realizada

En el sentido Radial se da un gran aumento de los niveles de vibración de forma notoria.

5.4.9.2. Tendencias punto 2 del equipo PP2B

**PP2B**

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
110.12 VdB en 2A	122.14 VdB en 2A	114.60 VdB en 2A	115.80 VdB en 2A
117.39 VdB en 2R	114.34 VdB en 2R	116.94 VdB en 2R	117.88 VdB en 2R
113.94 VdB en 2T	117.88 VdB en 2T	120.15 VdB en 2T	121.24 VdB en 2T



**Figura 5.40:** Tendencias Punto 2 del Equipo PP2B

**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 2 tenemos un ligero aumento de los niveles de vibración en el sentidos Axial pero tomando como referencia la primera medición realizada

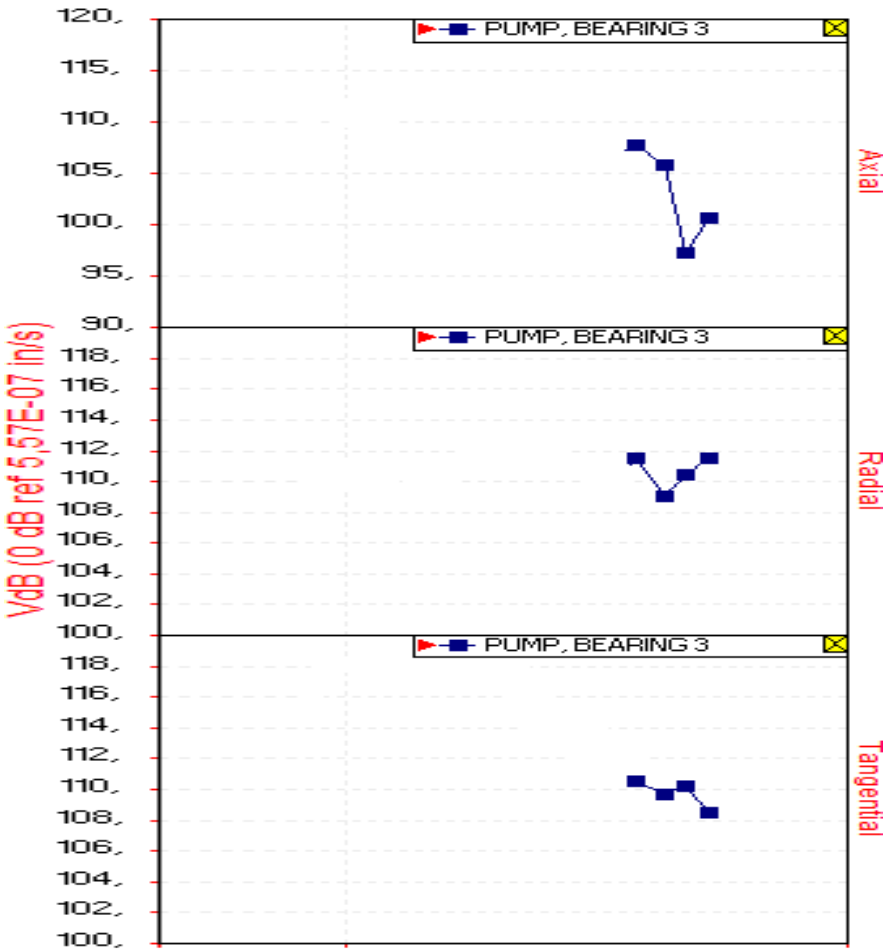
En el sentido Radial se ve un gran aumento de los niveles de vibración se mantiene con relación a la primera medición tomada.

Mientras que en el sentido Tangencial tenemos un gran aumento de los niveles de vibración de forma notoria.

5.4.9.3. Tendencias punto 3 del equipo PP2B

**PP2B**

20/07/2010	06/08/2010	19/08/2010	02/09/2010
107.84 VdB en 3A	105.85 VdB en 3A	97.32 VdB en 3A	100.65 VdB en 3A
111.51 VdB en 3R	109.05 VdB en 3R	110.42 VdB en 3R	111.56 VdB en 3R
110.50 VdB en 3T	109.71 VdB en 3T	110.26 VdB en 3T	108.47 VdB en 3T



**Figura 5.41:** Tendencias Punto 3 del Equipo PP2B

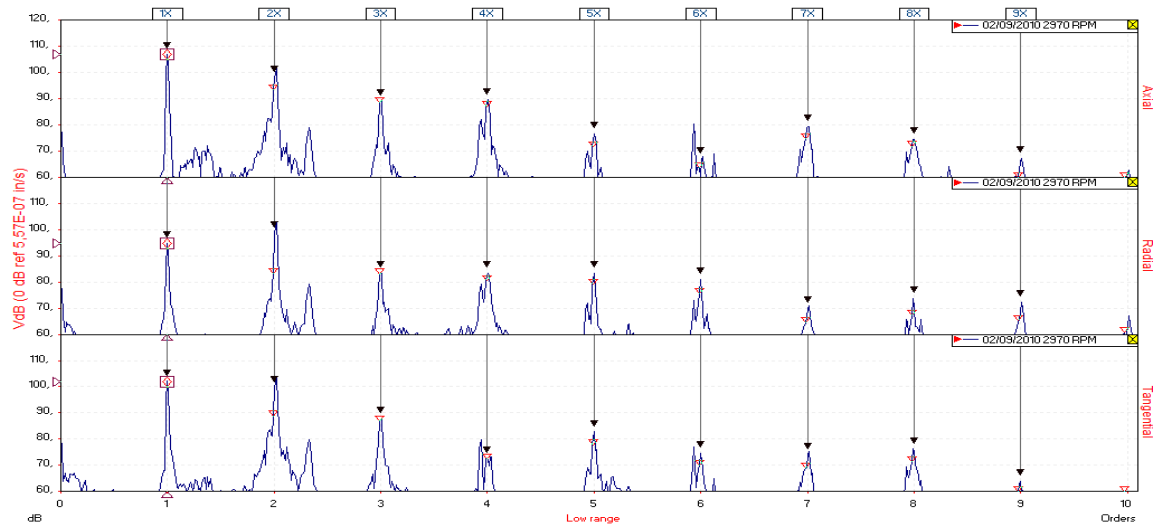
**ANÁLISIS:** En la gráfica de tendencias del punto 3 tenemos una notoria disminución de los niveles de vibración en el sentidos Axial y Tangencial.

En el sentido Radial los niveles niveles de vibración se mantiene con relación a la primera medición tomada, porque en el transcurso del tiempo tienen notorias bajas en los niveles.

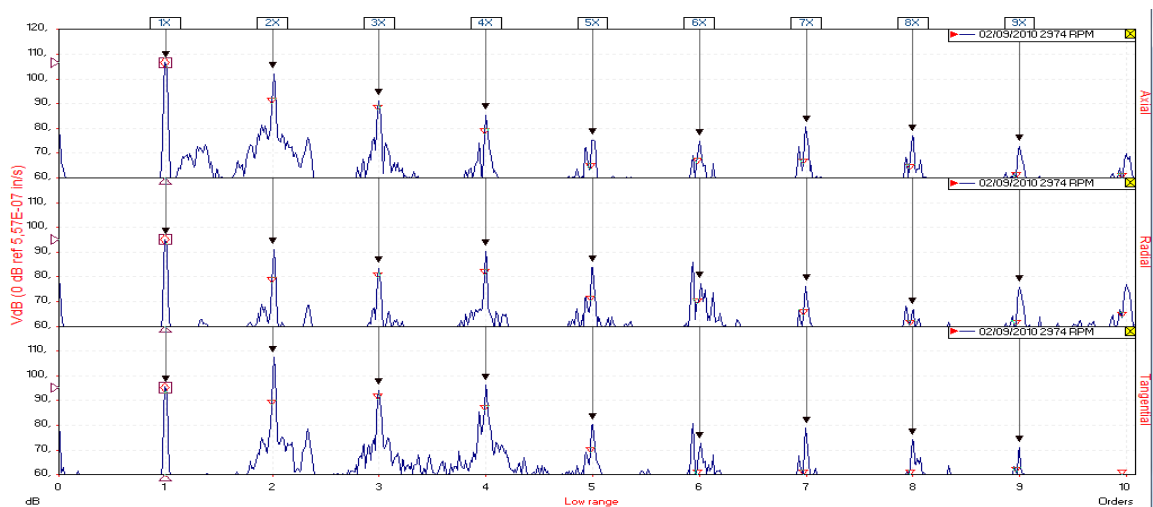
## 5.5. Análisis de los Resultados Obtenidos en los Diagnósticos Vibracionales.

Luego de la recopilación de datos y de revisar las tendencias de fallas en los equipos obtenemos resultados que a continuación detallaremos en orden descendente desde el que se encuentra en peor estado hasta el que se encuentra en mejor estado entregando los diagnósticos y sus respectivas recomendaciones.

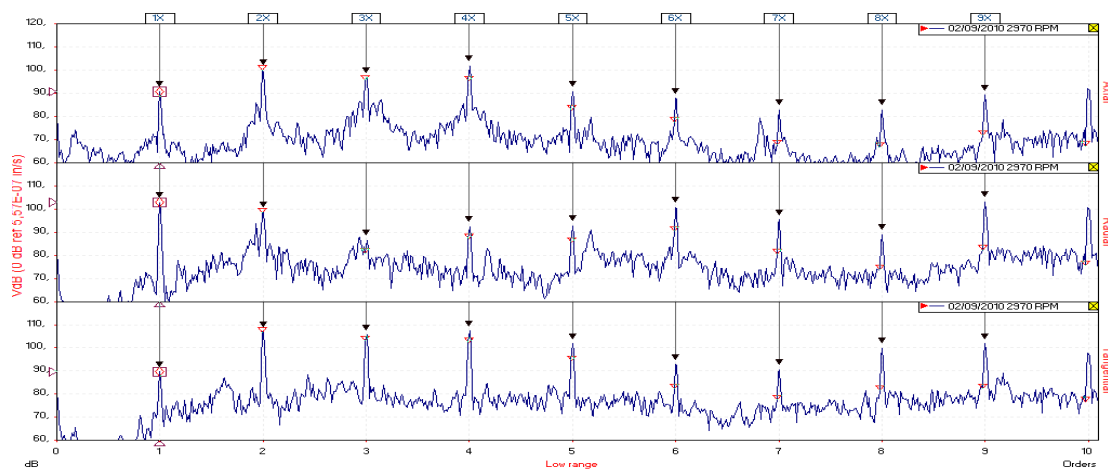
### 5.5.1. Espectros obtenidos en PP3



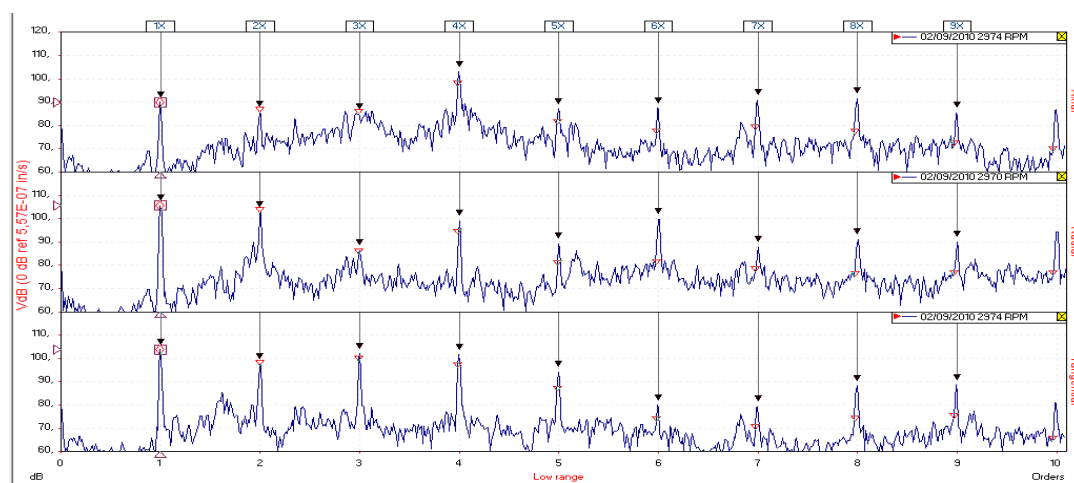
**Figura 5.42:** Posición 1 Es: Motor, Bearing 1



**Figura 5.43:** Posición 2 Es: Motor, Bearing 2



**Figura 5.44: Posición 3 Es: Pump, Bearing 3**



**Figura 5.45: Posición 4 Es: Pump, Bearing 4**

#### **5.5.1.1. REPORTE DE VIBRACIONES EQUIPO PP3**

**PLANTA:** PLANTA PARSONS

**AREA:** BOMBAS

**EQUIPO:** PP3

**SERVICIO:** DESTILADO (DIESEL LIVIANO)

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 2010.09.02





### DIAGNÓSTICO:

Acquired: 9/2/2010 02:28 PM Speed: 1xM = 2972 RPM

Maximum Level is 107 (+19) VdB en 2.00x en 2T

- **EXTREMO PROBLEMA DE HOLGURA O JUEGO EN COJINETE BOMBA LADO MOTOR**
- **EXTREMO PROBLEMA DE HOLGURA O JUEGO EN COJINETE BOMBA LADO LIBRE**
- **SERIA DESALINEACIÓN PARALELA**
- **MODERADO HOLGURAS RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE**
- **MODERADO DESGASTE RODAMIENTO BOMBA LADO LIBRE**
- **LIGERO DESGASTE RODAMIENTO BOMBA LADO CONDUCTOR**
- **LIGERO DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO CONDUCTO**

### CONCLUSIONES:

Los niveles de vibración indican EXTREMOS fallos de esta unidad. Requiere de acciones CORRECTIVAS.

**RECOMENDACIONES:**

1. **OBLIGATORIO: CAMBIAR RODAMIENTOS BOMBA**
2. **IMPORTANTE: ALINEAR UNIDAD**
3. **DESEABLE: VIGILAR RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE POR AUMENTO DE VIBRACIÓN**

**LECTURAS VALOR GLOBAL**

OK: 109.19 VdB en 1A Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 104.91 VdB en 1R Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 107.21 VdB en 1T Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 109.30 VdB en 2A Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 99.59 VdB en 2R Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 108.64 VdB en 2T Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 107.37 VdB en 3A Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 112.03 VdB en 3R Nivel alarma: 0.00 VdB

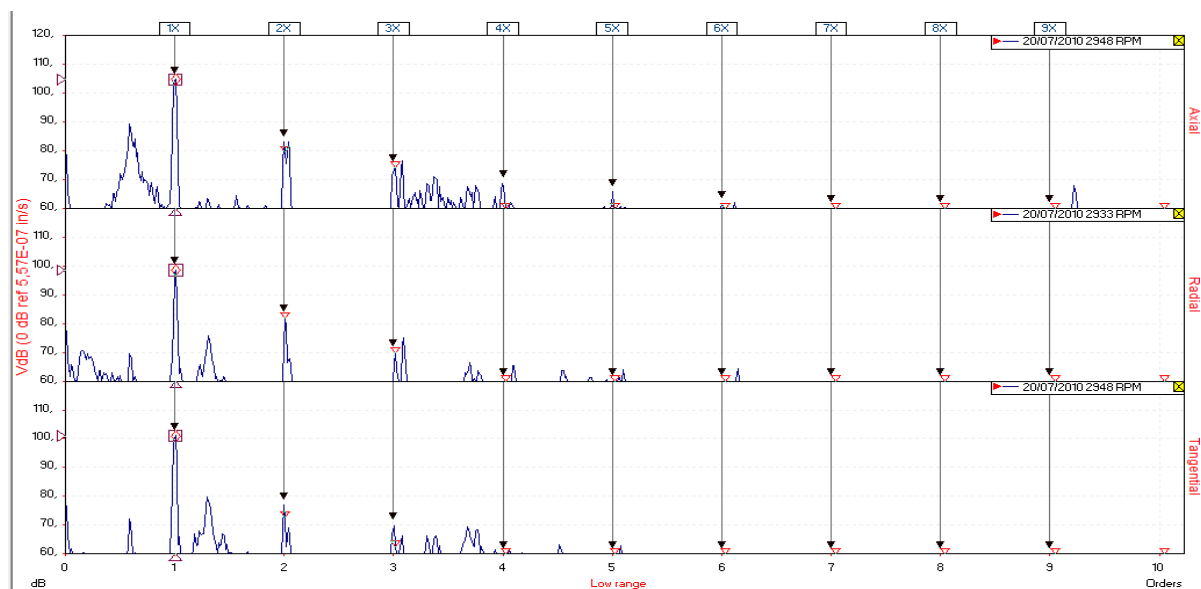
OK: 114.63 VdB en 3T Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 108.93 VdB en 4A Nivel alarma: 0.00 VdB

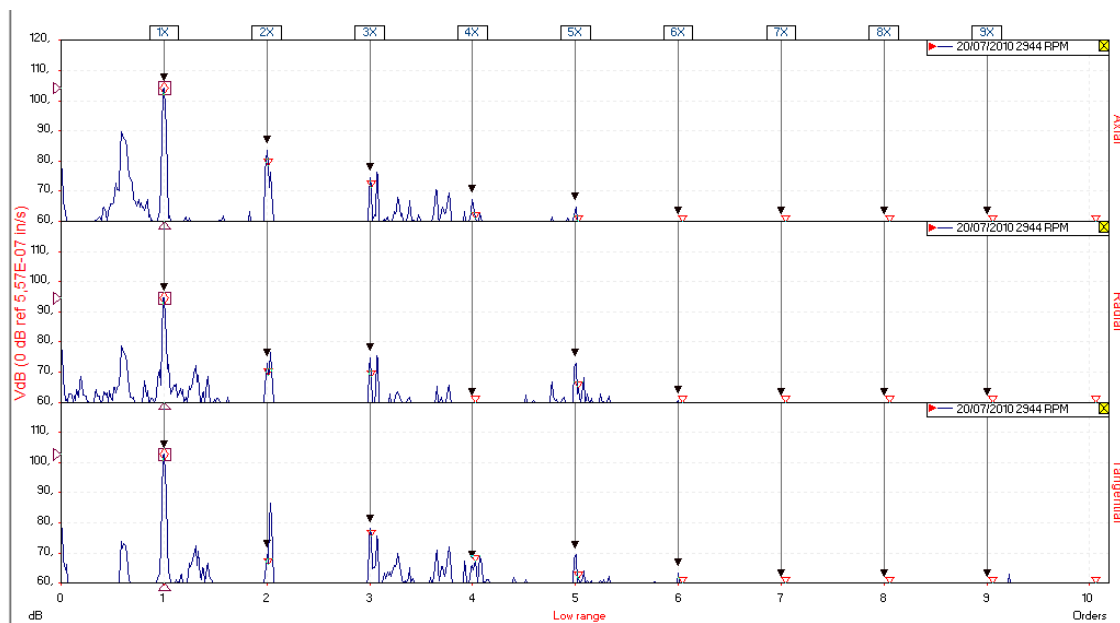
OK: 111.77 VdB en 4R Nivel alarma: 0.00 VdB

OK: 108.68 VdB en 4T Nivel alarma: 0.00 VdB

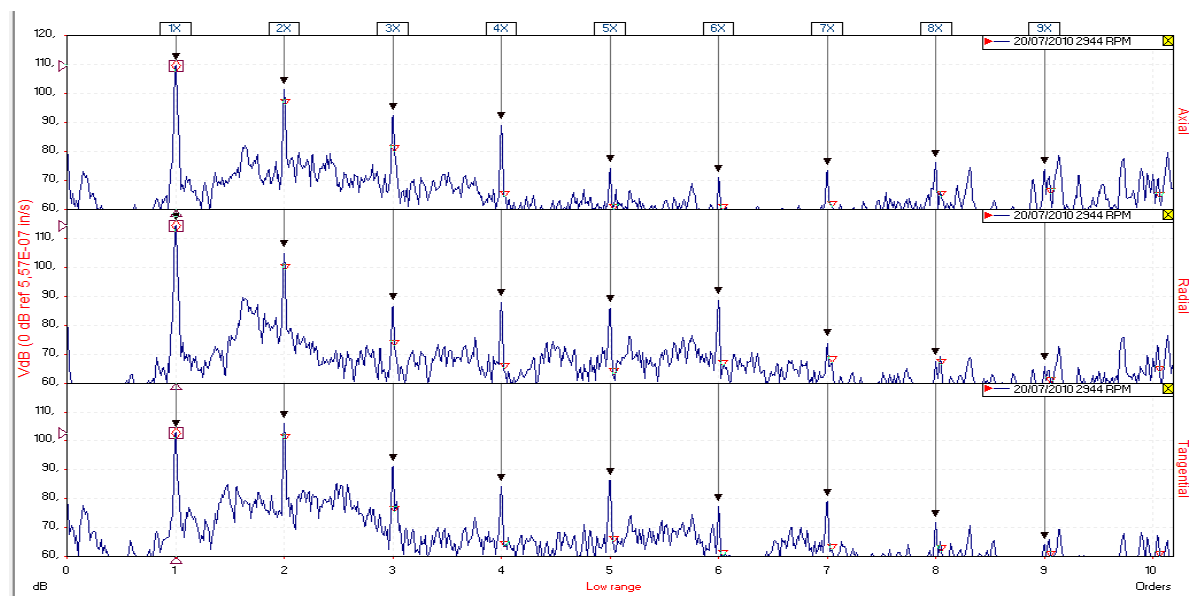
### 5.5.2. Espectros obtenidos en PP4B



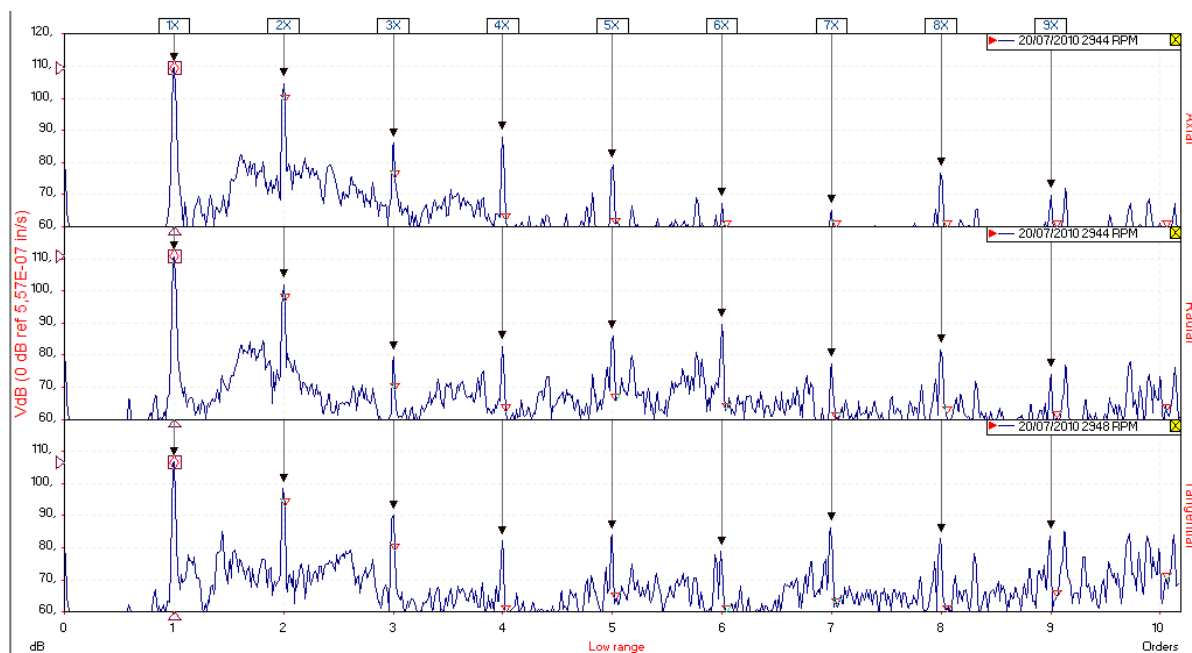
**Figura 5.46:** Posición 1 Es: Motor, Bearing 1



**Figura 5.47:** Posición 2 Es: Motor, Bearing 2



**Figura 5.48:** Posición 3 Es: Pump, Bearing 3



**Figura 5.49:** Posición 4 Es: Pump, Bearing 4

**5.5.2.1.      REPORTE DE VIBRACIONES EQUIPO PP4B****PLANTA:** PLANTA PARSONS**AREA:** BOMBAS**EQUIPO:** PP4B**SERVICIO:** DIESEL LIVIANO**FECHA DE INSPECCIÓN:** 2010.07.20**DIAGNÓSTICO:**

Acquired: 7/20/2010 08:56 AM    Speed: 1XM = 2938 RPM

Maximum Level is 114 (+11) VdB at 1.00x en 3R

- **SERIO INICATIONS OF IMPACTING**
- **MODERADA INDICACIÓN DE POSIBLE HOLGURA DE MONTAJE EN BOMBA**
- **MODERADA DESALINEACIÓN ANGULAR**
- **MODERADO DESGASTE RODAMIENTO BOMBA LADO LIBRE**

- **MODERADO DESEQUILIBRIO DE LA BOMBA**
- **MODERADO DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE**
- **LIGERA DEMODULACIÓN EN RODAMIENTOS MOTOR LADO CONDUcido**
- **LIGERA DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO CONDUcido**
- **LIGERA DEMODULACIÓN EN RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE**
- **LIGERA DESGASTE RODAMIENTO BOMBA LADO CONDUCTOR**
- **LIGERA DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO CONDUcido**

#### **CONCLUSIONES:**

Los niveles de vibración indican SERIOS fallos de esta unidad. Requiere de acciones CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS.

#### **RECOMENDACIONES:**

1. DESEABLE: VIGILAR RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE POR AUMENTO DE VIBRACIÓN
2. DESEABLE: ALINEAR UNIDAD
3. DESEABLE: EQUILIBRAR ROTOR BOMBA

4. DESEABLE: VIGILAR RODAMIENTO BOMBA LADO LIBRE POR AUMENTO DE VIBRACIÓN
5. DESEABLE: COMPROBAR LADO BOMBA POR INTEGRIDAD DE MONTAJE Y ALINEACIÓN ADECUADA
6. CONTINUAR CON EL MONITOREO MENSUAL DE VIBRACIONES DEL MOTOR Y BOMBA PARA CONTROLAR LA TENDENCIA DE FALLO EXISTENTE
7. MANTENER EN STOCK LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR PARA POSIBLE CAMBIO

#### **LECTURAS VALOR GLOBAL**

**OK: 106.68 VdB en 1A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 100.47 VdB en 1R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 102.25 VdB en 1T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 106.46 VdB en 2A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 99.16 VdB en 2R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 104.42 VdB en 2T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 111.99 VdB en 3A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 116.59 VdB en 3R Nivel alarma: 0.00 VdB**

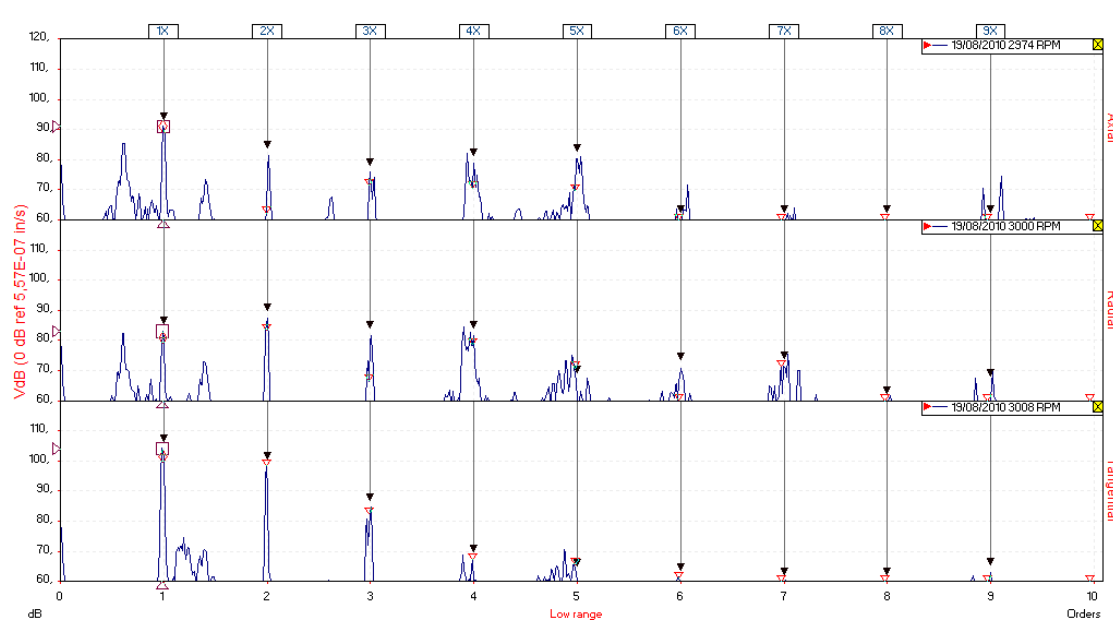
**OK: 110.18 VdB en 3T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 112.29 VdB en 4A Nivel alarma: 0.00 VdB**

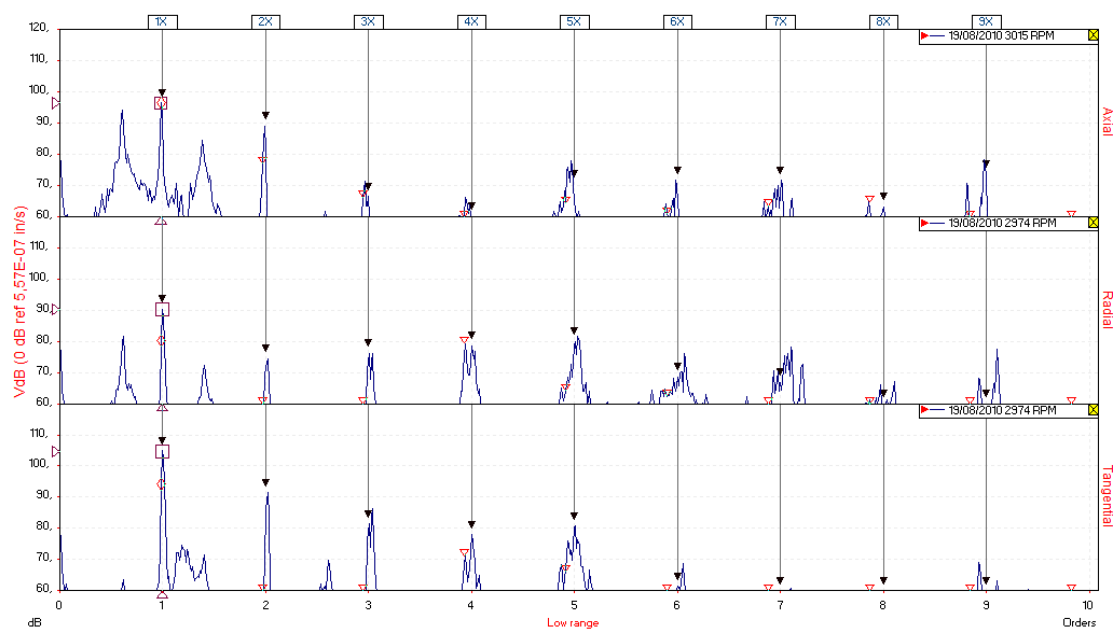
**OK: 113.30 VdB en 4R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 110.27 VdB en 4T Nivel alarma: 0.00 VdB**

### 5.5.3. Espectros obtenidos en PP8B

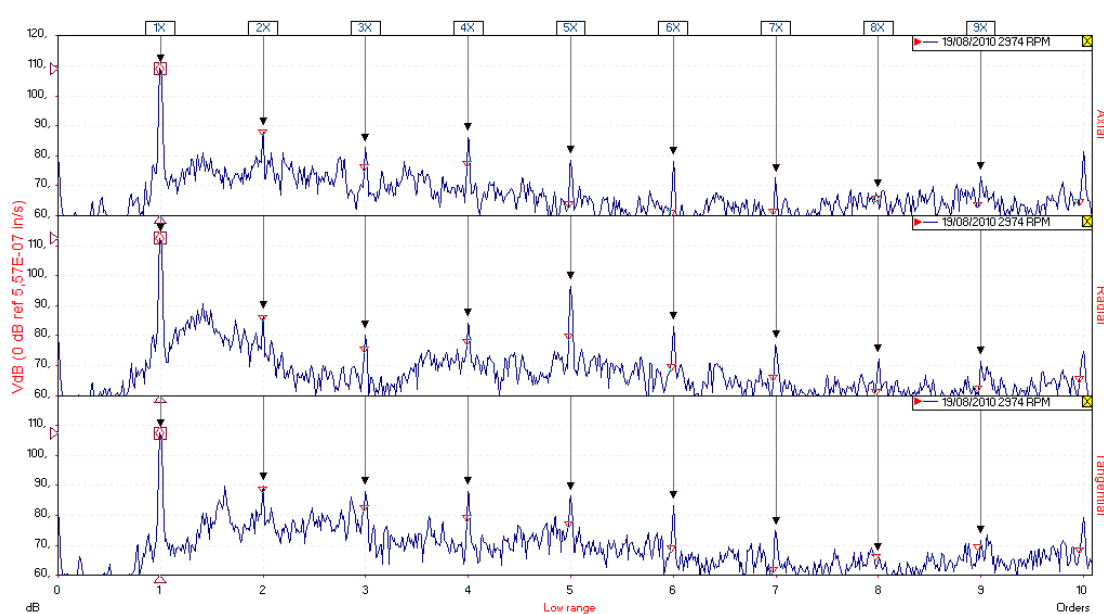


**Figura 5.50:** Posición 1 Es: Motor, Bearing 1



**Figura 5.51:** Posición 2 Es: Motor, Bearing 2





**Figura 5.52:** Posición 3 Es: Pump, Bearing 3

### 5.5.3.1. REPORTE DE VIBRACIONES EQUIPO PP8B

**PLANTA:** PLANTA PARSONS

**AREA:** BOMBAS

**EQUIPO:** PP8B

**SERVICIO:** GASOLINA

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 2010.08.19



**DIAGNÓSTICO:**

Acquired: 8/19/2010 08:34 AM Speed: 1xM = 2977 RPM

Maximum Level is 112 (+15) VdB at 1.00x en 3R

- **SERIO DESEQUILIBRIO DE LA BOMBA**
- **LIGERO DESGASTE DE RODAMIENTO DE LA BOMBA**
- **LIGERO DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO LIBRE**
- **LIGERA DEMODULACIÓN SIGNIFICATIVA EN RODAMIENTO DE BOMBA**

**CONCLUSIONES:**

Los niveles de vibración indican SERIOS fallos de esta unidad. Requiere de acciones CORRECTICAS.

**RECOMENDACIONES:**

- 1. IMPORTANTE: EQUILIBRAR ROTOR BOMBA**
2. CONTINUAR CON EL MONITOREO MENSUAL DE VIBRACIONES DEL MOTOR Y BOMBA PARA CONTROLAR LA TENDENCIA DE FALLO EXISTENTE
3. MANTENER EN STOCK LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR PARA POSIBLE CAMBIO

## LECTURAS VALOR GLOBAL

**OK: 95.66 VdB en 1A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 95.05 VdB en 1R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 105.96 VdB en 1T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 100.43 VdB en 2A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 94.82 VdB en 2R Nivel alarma: 0.00 VdB**

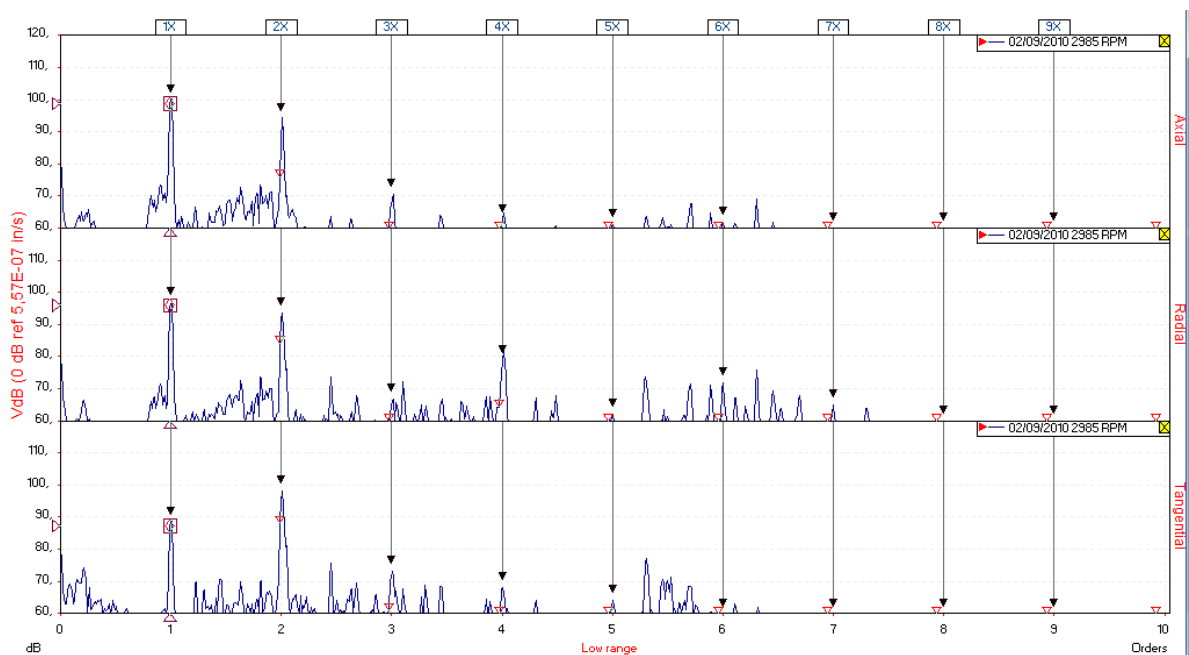
**OK: 105.98 VdB en 2T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 111.11 VdB en 3A Nivel alarma: 0.00 VdB**

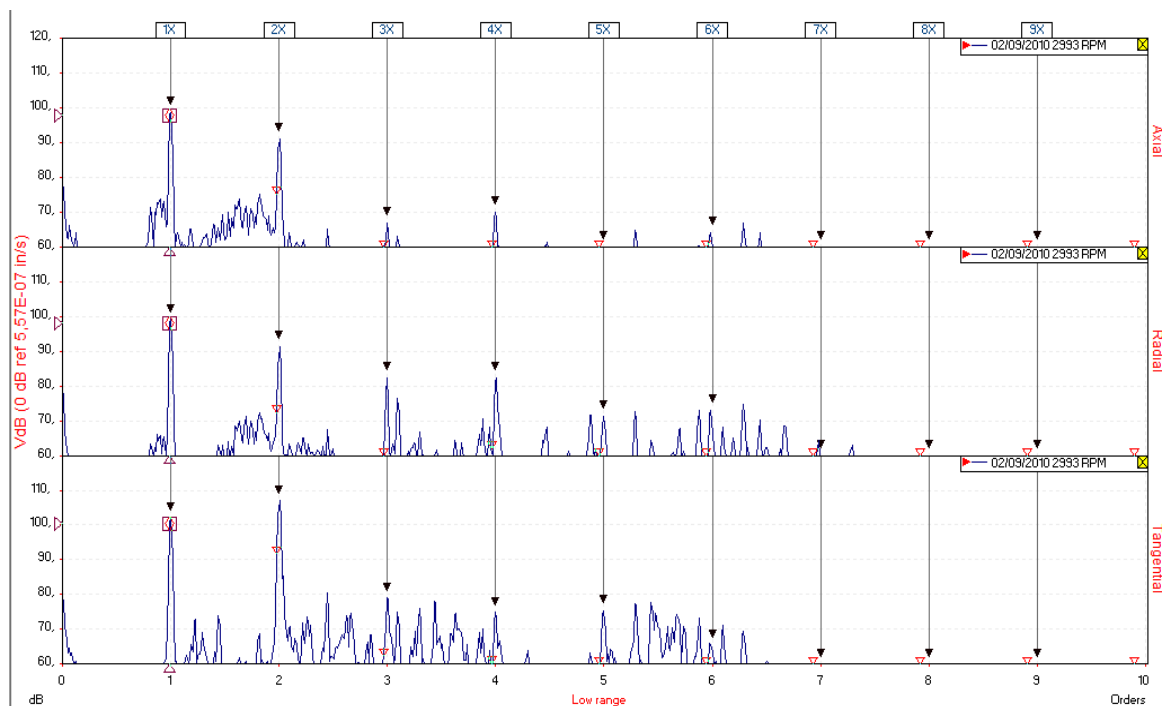
**OK: 114.10 VdB en 3R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 109.99 VdB en 3T Nivel alarma: 0.00 VdB**

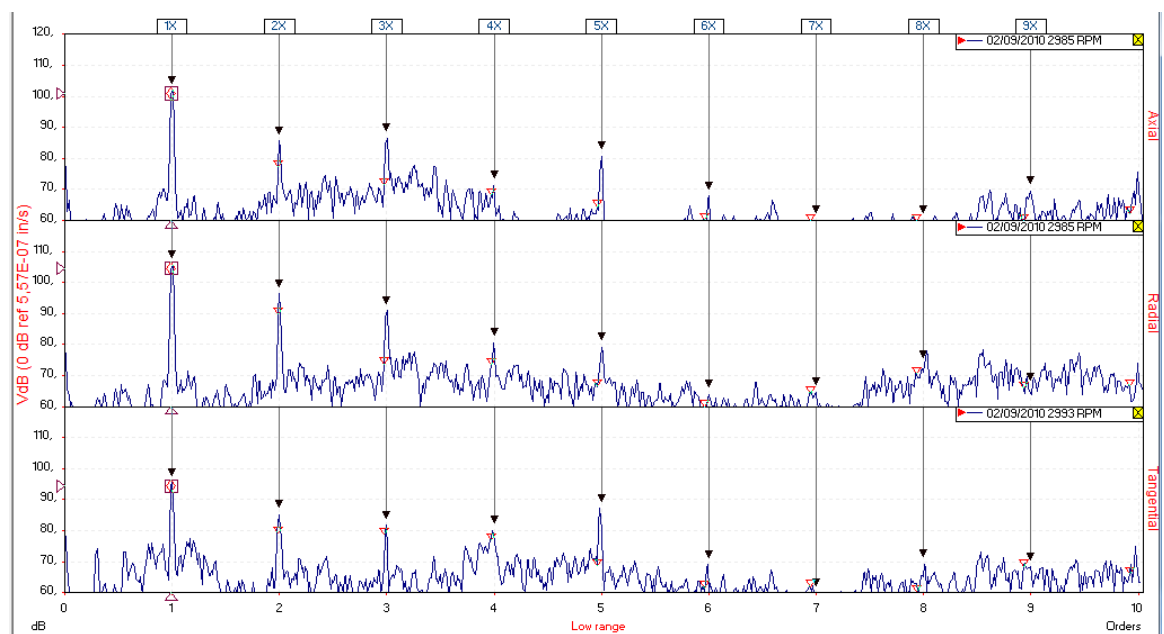
### 5.5.4. Espectros obtenidos en PP1A



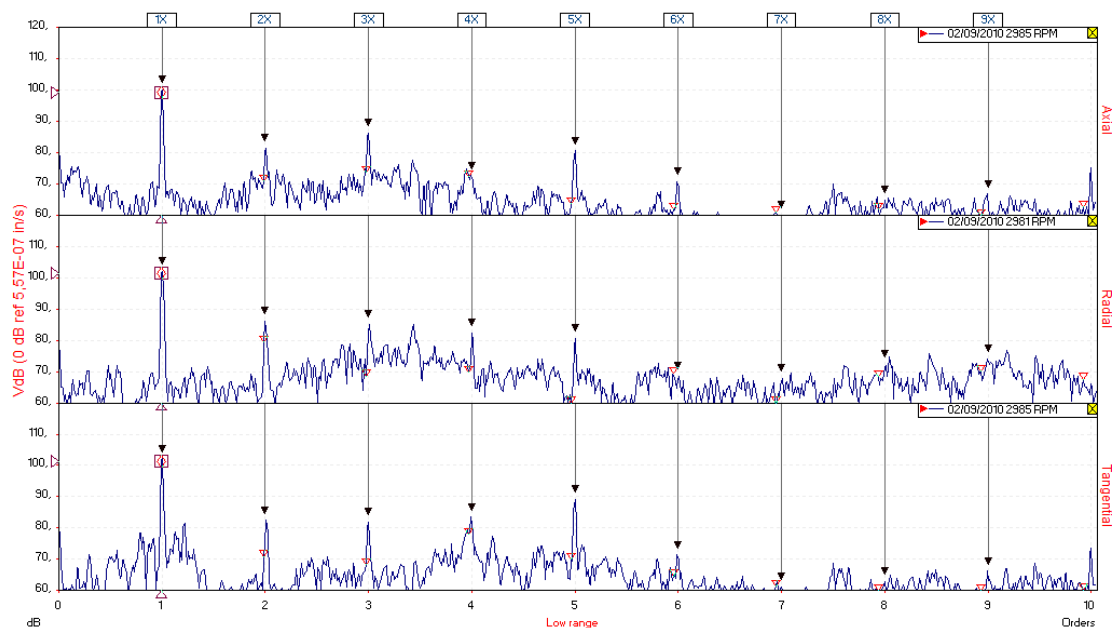
**Figura 5.53:** Posición 1 Es: Motor, Bearing 1



**Figura 5.54:** Posición 2 Es: Motor, Bearing 2



**Figura 5.55:** Posición 3 Es: Motor, Bearing 3



**Figura 5.56:** Posición 4 Es: Motor, Bearing 4

#### 5.5.4.1. REPORTE DE VIBRACIONES EQUIPO PP1A

**PLANTA:** PLANTA PARSONS

**AREA:** BOMBAS

**EQUIPO:** PP1A

**SERVICIO:** CRUDO

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 2010.09.02



**DIAGNÓSTICO:**

Acquired: 9/2/2010 08:21 AM    Speed: 1xM = 2987 RPM

Maximum Level is 107 (+0.76) VdB at 2.00x en 2T

- **MODERADO DESGASTE RODAMIENTO MOTOR LADO CONDUcido**

**CONCLUSIONES:**

Los niveles de vibración indican MODERADOS fallos de esta unidad. Requiere de acciones PREVENTIVAS.

**RECOMENDACIONES:**

1. **DESEABLE: VIGILAR RODAMIENTO MOTOR LADO CONDUcido POR AUMENTO DE VIBRACIÓN**
2. CONTINUAR CON EL MONITOREO MENSUAL DE VIBRACIONES DEL MOTOR Y BOMBA PARA CONTROLAR LA TENDENCIA DE FALLO EXISTENTE
3. MANTENER EN STOCK LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR PARA POSIBLE CAMBIO

**LECTURAS VALOR GLOBAL**

**OK: 103.41 VdB en 1A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 101.02 VdB en 1R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 102.76 VdB en 1T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 101.08 VdB en 2A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 101.68 VdB en 2R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 109.45 VdB en 2T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 104.65 VdB en 3A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 107.92 VdB en 3R Nivel alarma: 0.00 VdB**

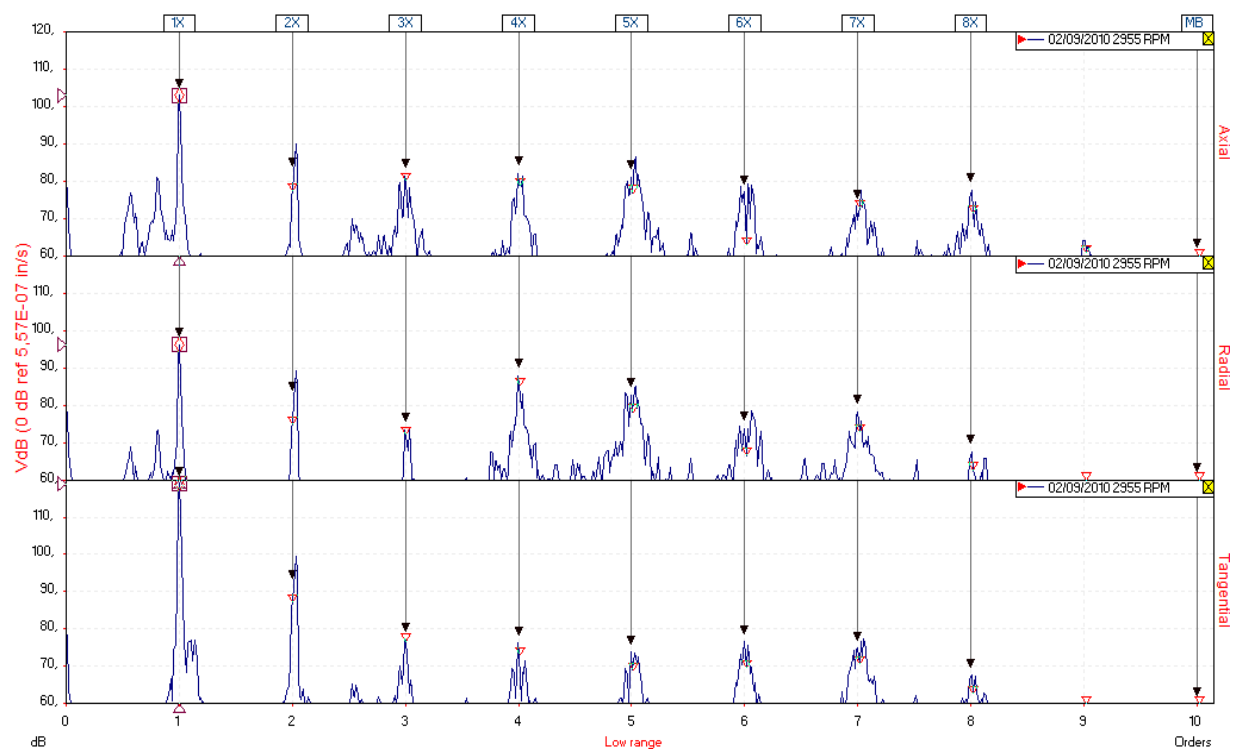
**OK: 101.34 VdB en 3T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 102.35 VdB en 4A Nivel alarma: 0.00 VdB**

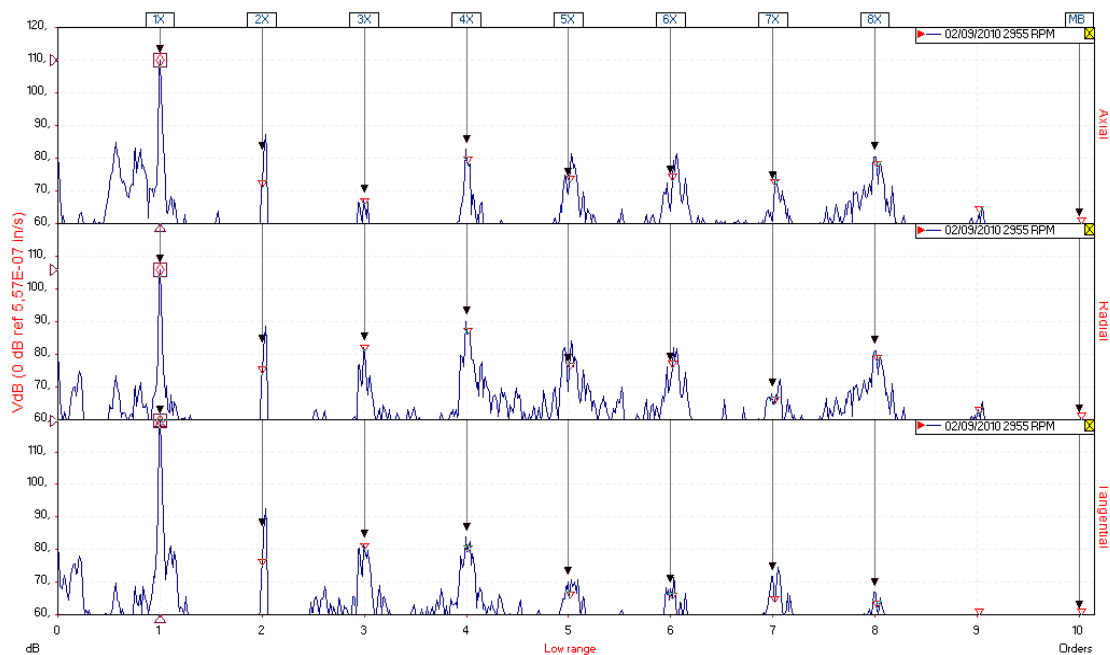
**OK: 105.38 VdB en 4R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 104.40 VdB en 4T Nivel alarma: 0.00 VdB**

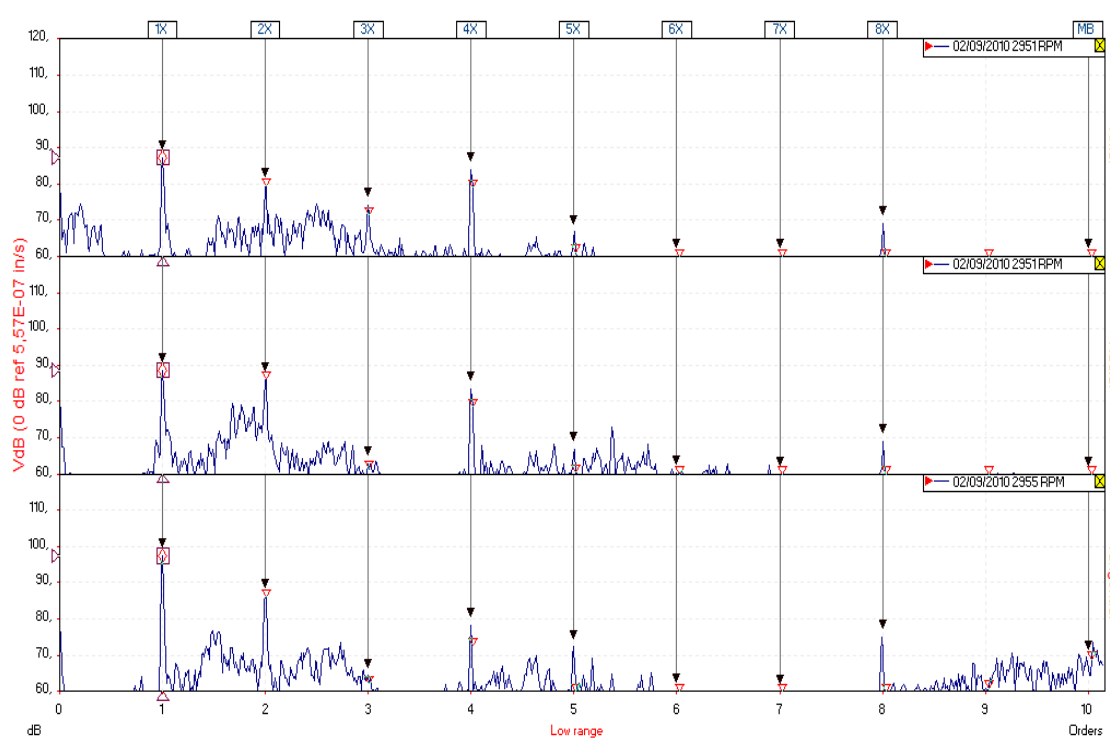
### 5.5.5. Espectros obtenidos en PP4A



**Figura 5.57:** Posición 1 Es: Motor, Bearing 1



**Figura 5.58:** Posición 2 Es: Motor, Bearing 2



**Figura 5.59:** Posición 3 Es: Motor, Bearing 3



#### **5.5.5.1.      REPORTE DE VIBRACIONES EQUIPO PP4A**

**PLANTA:** PLANTA PARSONS

**AREA:** BOMBAS

**EQUIPO:** PP4A

**SERVICIO:** DIESEL LIVIANO

**FECHA DE INSPECCIÓN:** 2010.09.02



#### **DIAGNÓSTICO:**

Acquired: 9/2/2010 08:41 AM      Speed: 1xM = 2956 RPM

Maximum Level is 120 (+13) VdB at 1.00x en 2T

- **MODERADA FLEXIBILIDAD TRANSVERSAL EN CIMENTACIÓN DEL MOTOR**
- **LIGERA VIBRACIÓN A VELOCIDAD DE GIRO DEL MOTOR**

#### **CONCLUSIONES:**

Los niveles de vibración indican MODERADOS fallos de esta unidad. Requiere de acciones CORRECTICAS.

**RECOMENDACIONES:**

- 1. DESEABLE: COMPROBAR MONTAJE MOTOR E INTEGRIDAD DE CIMENTACIÓN**
- 2. CONTINUAR CON EL MONITOREO MENSUAL DE VIBRACIONES DEL MOTOR Y BOMBA PARA CONTROLAR LA TENDENCIA DE FALLO EXISTENTE**
- 3. MANTENER EN STOCK LOS RODAMIENTOS DEL MOTOR PARA POSIBLE CAMBIO**

**LECTURAS VALOR GLOBAL**

**OK: 104.36 VdB en 1A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 99.75 VdB en 1R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 119.77 VdB en 1T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 110.64 VdB en 2A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 104.96 VdB en 2R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 120.23 VdB en 2T Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 94.81 VdB en 3A Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 95.98 VdB en 3R Nivel alarma: 0.00 VdB**

**OK: 99.59 VdB en 3T Nivel alarma: 0.00 VdB**

## **5.6. Plan de Mantenimiento Predictivo.**

Es el método sistemático que nos permite cumplir de una manera organizada el monitoreo de los equipos de bombeo de los diferentes derivados de petróleo para la determinación de las tendencias vibracionales con el tiempo.

Ya que los equipos son de características similares se debe realizar el mismo procedimiento para todos los equipos del Área de Procesos de la Planta PARSONS.

### **5.6.1. Banco de Tareas, Frecuencias, Procedimientos, Equipos, Herramientas, Materiales, y Repuestos para el Plan de Mantenimiento Predictivo de Monitoreo de los Equipos del Área de Procesos de la Planta PARSONS**



#### **ANALISIS VIBRACIONAL**

**FRECUENCIA:** Mensual

#### **PROCEDIMIENTO:**

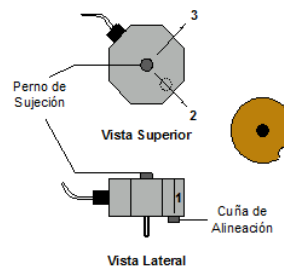
Para realizar el Mantenimiento Predictivo en los diferentes Equipos Críticos del Área de Procesos de la Planta PARSONS de la Refinería La Libertad en las diferentes tomas de medidas en el campo y la respectiva determinación de fallas en los equipos se debe seguir el proceso detallado a continuación.

**Verificar el estado de la batería del equipo analizador de vibraciones.**

**Inspeccionar el transductor y limpiar si es necesario.**

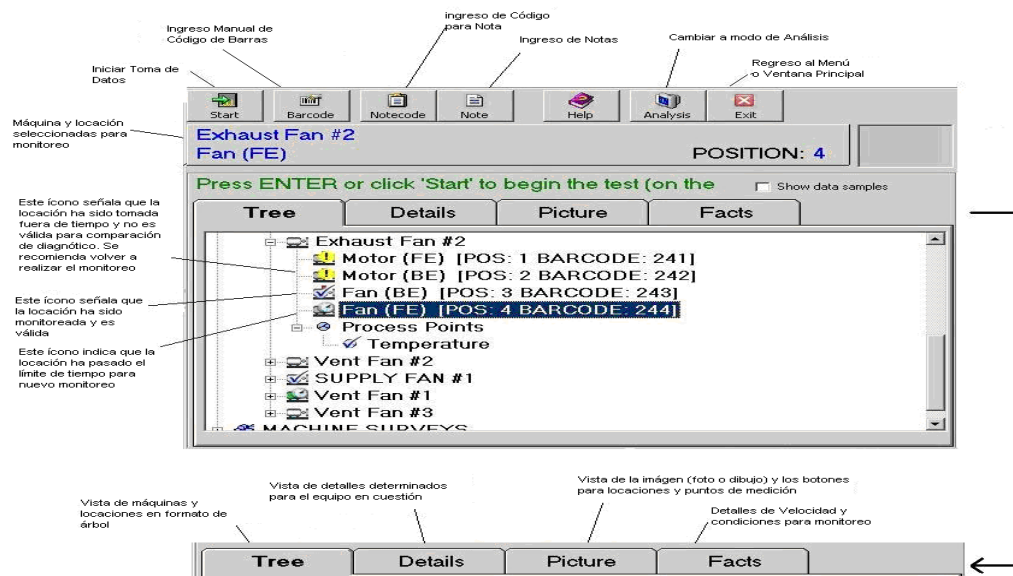
## Colocación del Transductor

Montar el sensor alineándolo con la ranura de la base de bronce apretando el perno de sujeción con un torque recomendado aproximado de 18 lb-pulg<sup>2</sup>




**Figura 5.60:** Toma de Datos en Campo

Una vez sujetado el sensor en su respectiva base se procede a seleccionar el equipo correspondiente dentro del software ExpertALERT y se procede a marcar el punto a ser medido para que el equipo realice las respectivas mediciones que este oscila entre 30 segundos y 4 minutos, Dependiendo de la frecuencia de respuesta del colector y del tipo de procesador, la velocidad de giro de los equipos.





**Figura 5.61:** Validación de la Toma de Datos

Para saber si una medida ha sido tomada correctamente asomara un Ícono y un Mensaje en pantalla de colector: *“The Test was succesfull. Enter Next Location”*.

Ícono:  = Toma validada

Pero si la medida ha sido errónea asomara un Ícono como a continuación

Íconos:   = Toma errónea o faltante

Una vez realizada las respectivas mediciones se debe retirar el sensor de su lugar y continuar con el mismo procedimiento para la toma de las siguientes medidas.

Nuestro equipo está diseñado para la toma de mediciones de varios equipos en una sola salida ya que nos permite trabajar en el campo con todas las facilidades.

El procedimiento se debe realizar mensualmente ya que esta es la frecuencia optima para mantener a los equipos con un excelente sistema de mantenimiento predictivo, este tiempo se lo programa dentro del equipo y este mismo se encarga de avisarnos qué equipo está de realizar la respectiva toma de medidas de vibraciones.

### **EQUIPO:**

- DCX-RT

### **HERRAMIENTAS:**

- Acelerómetro triaxial único

- Base de Bronce
- Cargador de baterías del equipo DCX-RT
- Llave hexagonal

**MATERIALES:**

- Batería
- Guaípe
- Franela

**EQUIPO DE SEGURIDAD:**

- Botas de Seguridad Puntas de Acero
- Casco de Seguridad
- Guantes de cuero
- Orejeras
- Gafas

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **6.1. Conclusiones.**

- Analizando el estado técnico de los equipos se determinó que los equipos: PP2A, PP1A, PP8B, PP4B y PP3 se encuentran operando en un estado regular, esto debido a los años que estos equipos tienen en operación, mientras que los equipos: PP2B, PP1B, PP4A y PP5A se encuentran operando en un estado técnico bueno.
- A través del modelo de los factores ponderados basados en la teoría del riesgo, y con los conocimientos de los técnicos encargados de la planta PARSONS se determinó como críticos a los siguientes equipos: PP2A, PP2B, PP1B, PP1A, PP8B, PP4A, PP4B, PP5A y PP3.
- Para los equipos considerados críticos se ha diseñado una ficha técnica donde se detalla los parámetros más importantes y fundamentalmente los puntos donde se realizan las mediciones vibroacústicas.
- Considerando la forma de ensamblaje y tamaño de los equipos: PP2A, PP1B, PP1A, PP4B y PP3 se determinó cuatro puntos de medición, mientras que para los equipos: PP2B, PP8B, PP4A y PP5A se determinó tres puntos de medición.
- En las mediciones obtenidas se identificó mediante el análisis y diagnóstico vibroacústico los problemas de: holgura, desalineación paralela, desgaste de rodamientos, desalineación angular, demodulación en rodamientos y desequilibrio de la bomba.

- Mediante la realización de varias mediciones periódicas se determinó la tendencia Vibracional de los equipos, identificando en el equipo PP3 los siguientes problemas: holgura en el cojinete de la bomba lado motor y lado libre, desalineación paralela, desgaste de los rodamientos de la bomba lado libre y lado conductor; para el equipo PP4B se determinó los siguientes problemas: desalineación angular, desgaste rodamiento bomba lado libre, desgaste rodamiento motor lado libre; y finalmente para el equipo PP8B un desequilibrio de la bomba, desgaste de rodamiento de la bomba y motor lado libre.

## **6.2. Recomendaciones.**

- La aplicación de un programa de análisis de vibraciones en los equipos estudiados se tradujo en una mejora tangible en las condiciones de operación y en la reducción de los niveles de vibración global, por lo tanto, es una buena medida continuar con el monitoreo y análisis periódico (mensual) de vibraciones en estos equipos, con el objetivo de mantener la condición de operación en niveles aceptables.
- El análisis de vibraciones es una herramienta valiosa para el diagnóstico de máquinas, sin embargo, será muy útil complementar el análisis de vibraciones con otras herramientas disponibles para el diagnóstico, tales como termografía, análisis ferrográficos de aceites.
- Utilizar los niveles admisibles indicados en el presente trabajo, como referencias para el análisis Vibracional de los equipos del área de bombeo.



- Programar las correcciones de los problemas detectados antes de que estos afecten a los componentes de la máquina ya que según la tendencia espectral determinada la mayoría de los problemas están desarrollándose paulatinamente.
- Alinear los equipos PP3, PP4B; equilibrar rotor bomba, comprobar lado bomba por integridad de montaje y alineación adecuada PP4B; equilibrar rotor bomba PP8B.
- Mantener en stock los rodamientos de motores y bombas como también los sellos mecánicos para posibles cambios.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] **MITCHELL, J.** Introduction to Machinery Analysis and Monitoring. 2da.ed.

Florida: HansMagnus, 2004. Pp. 8

- [2] Manual de operaciones DCX, ExpertALERT

- [3] **BALCHANDRAN, B. – MAGRAB, E.** Vibraciones

University of Maryland, 2009

## **BIBLIOGRAFÍA**

- **MITCHELL, J.** Introduction to Machinery Analysis and Monitoring. 2da.ed.

Florida: HansMagnus, 2004. Pp. 8

- **FRENCH, A.** Vibraciones y Ondas Mecánicas. Santiago: Reverte, 1997.
- **GLENN, W.** Vibraciones Mecánicas. Ginebra: DLI Engineering Corp, 2003.
- **GUERRERO, E.** Mantenimiento Predictivo y Vibraciones. Viña del Mar: Chubut, 2006.
- **HOWIESON, D.** Vibration Monitoring. 3ra.ed. Canadá: Halifax, 2003.
- **MOROCHO, M.** Administracion delMantenimiento. Riobamba: DocuCentro, 2005.
- **MOROCHO, M.** Diagnostico Vibroacustico. Riobamba: DocuCentro, 2008.

## **LINCOGRAFÍA**

Vibraciones Mecánicas

[www.DLlengineering.com](http://www.DLlengineering.com)

2010 – 07 – 29

Manual Software ExpertALERT 3.10

[www.DLlengineering.com](http://www.DLlengineering.com)

2010 – 07 – 29

Equipo DCX-RT

[www.DLlengineering.com](http://www.DLlengineering.com)

2010 – 07 – 29

Análisis de Criticidad

[www.mantonline-rcm.com](http://www.mantonline-rcm.com)

2010 – 08 – 15